Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Potentiel minéral de la région de Saint-André-de-Restigouche

Par

R. Morin

DV 84-12 **1985**

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
Sous-ministre adjoint : A.F. Laurin

DIRECTION DE L'ASSISTANCE À L'EXPLORATION MINIÈRE
Directeur : A. Bissonnette

SERVICE DES PROGRAMMES D'AIDE À L'EXPLORATION MINIÈRE
Chef : J.-P. Lalonde

Manuscrit soumis le 84-05-01
Accepté pour publication le 84-05-23

Lecteur critique
B. Warren

Éditeur
B. Desjardins

Préparé par le Service de la Géoinformation, DGEGM

Dépôt légal - 4e trimestre 1985
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-11131-1
©Gouvernement du Québec. 1985

Table des matières

Page

INTRODUCTION 1

Localisation et accès 1
Buts de l'étude 2
Physiographie et hydrographie 2
Méthodologie 2
Travaux antérieurs 2
Remerciements 2
Géologie générale 2

STRATIGRAPHIE 5

Groupe de Matapédia 5
Groupe de Fortin 5
Roches intrusives 5
Pleistocène et Récent 5

TECTONIQUE 7

Domaine I 7
Domaine II 7
Domaine III 9
Failles 9

ALTÉRATION ET MINÉRALISATION 11

Altération 11
Minéralisation 11

GÉOPHYSIQUE 13

Méthodologie 13
Résultats 13

GÉOCHIMIE 15

Méthodologie 15
Comportement des éléments 17
Présentation des résultats 17
Cible Ouest 17
Cible Est 18

CRISTALLINITÉ DE L'ILLITE 27

Méthodologie 27

Indice aigu de l'illite et maturation thermique 27
Minéraux d'argiles dans les aires d'altération 27

CONCLUSION 29

BIBLIOGRAPHIE 31

ANNEXES

1 – Résultats de l'analyse qualitative de la fraction argileuse 33
2 – Résultats d'analyses de roches 35

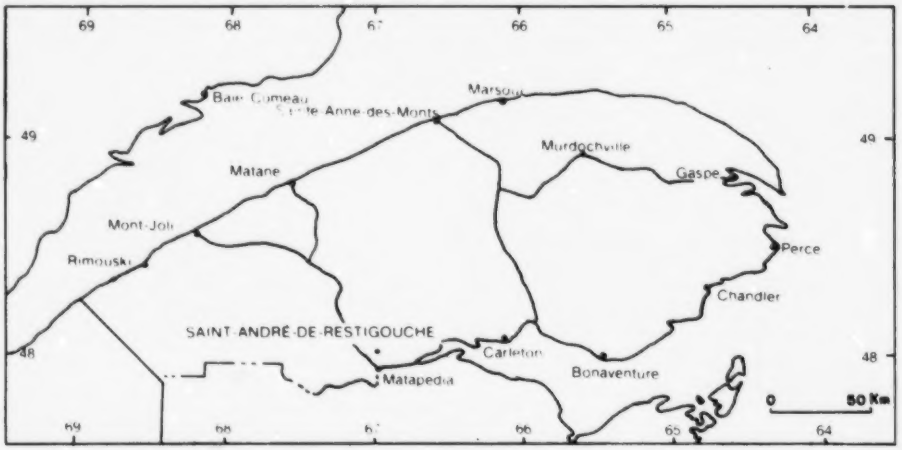
CARTES

A – Géologie (1:10 000) ..... hors texte
B – Géophysique (1:20 000) ..... hors texte
C – Géochimie (1:20 000) ..... hors texte

Introduction

Localisation et accès

La région de Saint-André-de-Restigouche, dont le centre est à environ 10 km au nord de Matapédia, est comprise dans la demie nord du canton de Ristigouche. Elle est limitée par les latitudes 48°04′ et 48°06′ et les longitudes 66°54′ et 66°58′ (figure 1). Sa superficie est d'environ 25 km^2. Elle correspond à la partie centrale-est de la feuille 22 B/02-200-0101 au 1:20 000.



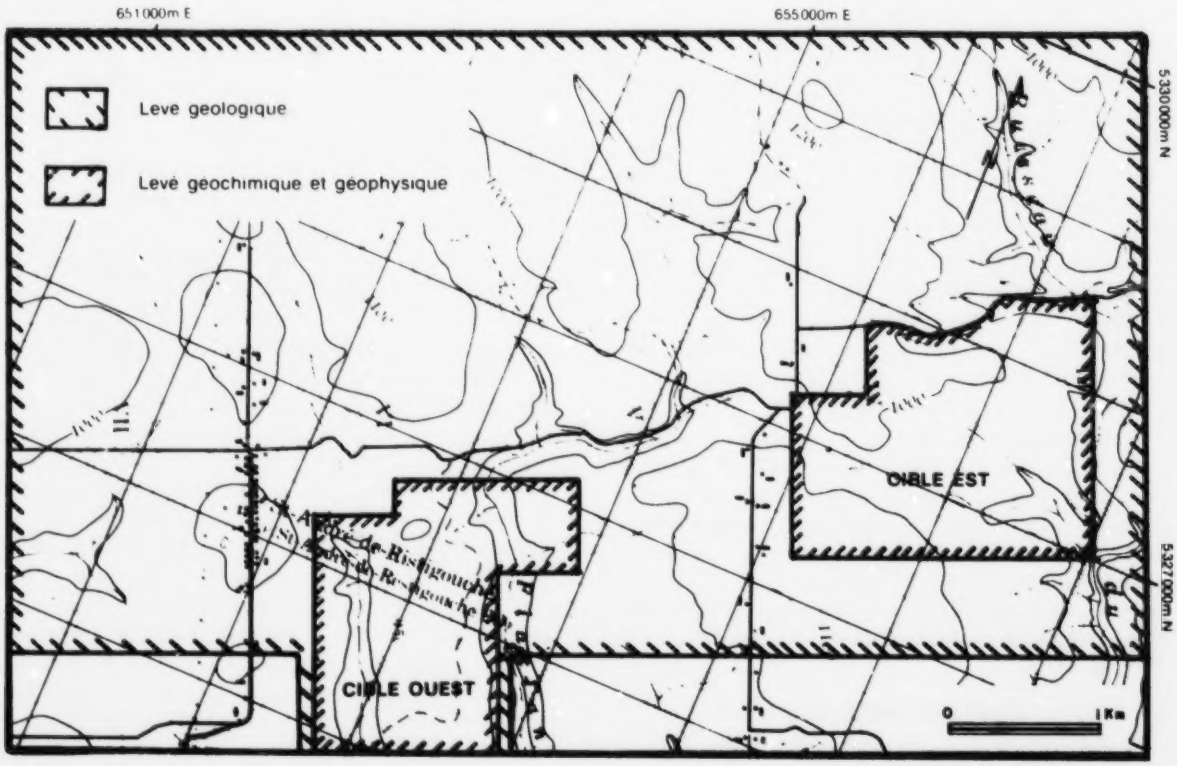


FIGURE 1 – Localisation de la région.

La région est très accessible ; elle est bordée au sud par la route 132, à laquelle s'embranchent des routes asphaltées et gravelées de direction NE-SW.

Buts de l'étude

Nos travaux visaient à vérifier l'extension, sur un terrain en forme de plateau, de deux aires d'altération hydrothermale (cornéennes et skarns) cartographiées par Lachance (1979) et de déterminer la relation de celles-ci avec la faille régionale de Matapédia. Nous avons voulu également préciser les méthodes de reconnaissance les plus efficaces dans la recherche de métaux usuels et précieux associés à des aires d'altération hydrothermale.

Physiographie et hydrographie

La région est formée d'un plateau largement disséqué par des cours d'eau. L'altitude moyenne du plateau est de 300 m environ. Les vallées étroites occupées par les cours d'eau ont une altitude d'environ 200 m.

Le réseau hydrographique est bien développé. Tous les cours d'eau se déversent dans la baie des Chaleurs via les rivières Matapédia et Ristigouche. Les principaux cours d'eau de direction NNW-SSE recoupent la direction générale des structures régionales.

Méthodologie

Notre levé géologique (carte A, hors texte) a été réalisé au cours de l'été 1983. Nous avons utilisé des photographies aériennes à l'échelle de 1:10 000 et un fond planimétrique à 1:5000 pour localiser les affleurements. Nous avons effectué des cheminements au podomètre le long de tous les chemins et cours d'eau. Les affleurements sont relativement abondants le long des cours d'eau mais rares sur le plateau.

Nous avons prélevé 73 échantillons pour fins de détermination de l'indice aigu de l'illite et de l'assemblage minéralogique des minéraux argileux. Le but était de définir le degré de métamorphisme régional et l'étendue des deux aires d'altération hydrothermale. Les analyses ont été effectuées par INRS – Géoressources.

Parallèlement à nos travaux, la compagnie Géomines Ltée a réalisé des levés géochimiques (sols) et géophysiques sur deux cibles, dénommées cible ouest et cible est (figure 1). Dans la première, nous avons voulu délimiter une aire d'altération affleurant sur un plateau et dans la seconde nous avons cherché à savoir s'il y avait une relation entre une zone d'altération faiblement minéralisée et la faille régionale de Matapédia.

Travaux antérieurs

Le premier levé géologique couvrant la région a été effectué par Béland (1958). De 1968 à 1974, SOQUEM a réalisé des levés géologiques, géochimiques, géophysiques et des sondages, notamment près de Saint-André-de-Restigouche, afin de déterminer le potentiel minéral des skarns cuprifères. Enfin, Lachance (1974, 1975, 1977, 1979) a effectué un programme de cartographie géologique visant à obtenir une meilleure connaissance des skarns cuprifères et argentifères logés dans les calcaires du Groupe de Matapédia.

Remerciements

Nous remercions M. Malo et C. Gosselin, du MER, pour leur visite sur le terrain et leurs commentaires sur la stratigraphie du Groupe de Matapédia. Nous remercions également S. Lachance, du Service de l'assistance aux régions minières de Saint-Anne-des-Monts, pour ses informations sur la stratigraphie et les aires d'altération de la région, ainsi que G. Duquette pour ses commentaires lors de la lecture critique de ce manuscrit. Nous tenons également à remercier Y. Bellemare, du Service des programmes d'aide à l'exploration minière, pour ses précieux commentaires sur les levés géochimiques et géophysiques. Enfin, nous remercions Lise Laurence, étudiante en Géologie, pour son assistance sur le terrain.

Géologie générale

Les roches sédimentaires de la région appartiennent aux Groupes de Matapédia (Ordovicien supérieur à Silurien inférieur) et de Fortin (Dévonien inférieur). Au cours de l'orogénie acadienne, c'est-à-dire à la fin du Dévonien, les roches du Groupe de Matapédia (partie sud de la région) ont été prises en plis serrés d'orientation ENE et celles du Groupe de Fortin, en plis ouverts d'orientation ENE. Par la suite, toutes ces roches ont été recoupées par de nombreuses failles, dont quelques-unes ont canalisé les solutions hydrothermales responsables de la formation des aires d'altération, ainsi que le magma auquel sont reliés les dykes felsiques de la région.

La base visible du Groupe de Matapédia de la région est constitué d'un mudstone calcareux et d'un calcaire argileux gris moyen à verdâtre, avec interlits de silto-grès calcareux gris clair (unité 1). Les unités 2 et 4 sont constituées d'une calcilutite gris bleuté avec interlits de mudstone gris plus ou moins calcareux. Elles sont séparées par un horizon de mudstone laminé ou massif, gris sombre, localement calcareux (unité 3). L'unité 5, susjacente à l'unité 4, est constitué d'un calcaire silto-gréseux laminaire gris clair. Enfin, l'unité 6 se compose d'un calcaire argileux gris sombre et d'une calcilutite gris bleuté. Le Groupe de Matapédia est limité au nord par la Faille de Matapédia, laquelle pourrait correspondre à l'extension vers l'ouest de la faille du Grand Pabos.

Le Groupe de Fortin (unité 7), au nord de la Faille de Matapédia, correspond à un assemblage de grès fins ar-

kosiques et de siltstones gris sombre, argileux et calcareux.

Les roches intrusives sont des felsites localement porphyriques, grises, roses ou verdâtres ; elles abondent dans la partie sud de la région. A leur contact, les roches sédimentaires ont été, par endroits, fortement indurées (cornéennes) sur plusieurs mètres de largeur.

Le tableau 1 fournit un sommaire des unités lithostratigraphiques.

TABLEAU 1 – Sommaire des unités lithostratigraphiques de la région.

PLÉISTOCÈNE ET RÉCENT		**Drift glaciaire, sédiments fluvio-glaciaires et alluvions récents**	
DÉVONIEN	ROCHES INTRUSIVES	8	Dyke quartzo-feldspathique rose, localement porphyrique
	GROUPE DE FORTIN	7	Grès fin arkosique, siltstone gris sombre, argileux et calcareux
Faille de Matapédia			
ORDOVICIEN SUPÉRIEUR – SILURIEN INFÉRIEUR	GROUPE DE MATAPÉDIA (Formation de White Head)	Unité 6	Calcaire argileux gris sombre, calcilutite bleutée. Rares lits de calcaire silteux laminaire
		Unité 5	Calcaire silto-gréseux laminaire clair. Rares lits de calcaire argileux gris sombre
		Unité 4	Calcilutite bleutée avec interlits de calcaire argileux gris sombre
		Unité 3	Mudstone gris sombre, massif et laminé
		Unité 2	Calcilutite bleutée avec interlits de calcaire argileux gris sombre
		Unité 1	Calcaire argileux et mudstone calcareux gris moyen à gris verdâtre avec interlits de silto-grès gris clair

Groupe de Matapédia

Le Groupe de Matapédia appartient à l'anticlinorium d'Aroostook-Matapédia, qui s'étend, au Québec, de Percé à Matapédia. L'absence, ou l'extrême rareté, de fossiles et le manque de coupes continues dans la région rendent difficiles les corrélations entre nos unités et celles établies par Skidmore & Lespérance (1981) dans la région de Percé (figure 2). Nos unités appartiennent toutes à la Formation de White Head. Les unités 1 à 4 pourraient correspondre aux unités 5 à 8 de Skidmore & Lespérance. Quant aux unités 5 et 6, quoique lithologiquement un peu différentes, elles pourraient correspondre à l'unité 9 de Skidmore & Lespérance.

UNITÉ 1

L'unité 1 couvre la partie sud de la région ; elle s'étire en une bande étroite jusqu'au centre-nord, où elle apparaît au coeur d'un anticlinal. Elle renferme un calcaire argileux et un mudstone calcareux gris moyen à gris verdâtre interlités avec un silto-grès calcareux gris clair à patine brunâtre. L'épaisseur des lits varie de 2 à 10 cm. Des laminations parallèles et entrecroisées ont été notées ici et là, principalement dans le silto-grès calcareux.

UNITÉ 2

L'unité 2 apparaît de part et d'autre d'axes anticlinaux NE-SW plongeant vers le NE ; le coeur des plis est occupé par l'unité 1. Elle est constituée d'une calcilutite bleutée, en lits de 5 à 10 cm, avec interlits de 1 à 3 cm de calcaire argileux gris sombre. La calcilutite et le calcaire contiennent ici et là des lamines silteuses de 5 à 8 mm d'épais. En surface d'altération, la calcilutite est gris bleuté, tandis que le calcaire argileux est brun chamois.

UNITÉ 3

L'unité 3 forme une bande de 70 m de largeur environ. Elle s'intercale entre les unités 2 et 4. Elle est formée d'un mudstone gris sombre, tantôt massif, tantôt à lamines noirâtres millimétriques. Localement, le mudstone est calcareux. Sa patine est gris sombre à gris verdâtre.

UNITÉ 4

L'unité 4 se trouve principalement dans la partie est de la région, où elle occupe le coeur des synclinaux. Dans la partie ouest, elle bute sur la faille de Matapédia. Cette unité est similaire à l'unité 2. Les lits ne dépassent guère 5 cm d'épaisseur.

UNITÉ 5

L'unité 5, située dans la partie nord-est de la région, fait partie du synclinal de Saint-André-de-Restigouche. Au sud de l'axe synclinal, elle semble concordante avec l'unité 4, tandis qu'au nord, elle est tronquée par la faille de Matapédia. Cette unité est constituée principalement de calcaire silto-gréseux gris clair, à lamines argileuses millimétriques. L'épaisseur des lits varie entre 2 et 10 cm. De rares lits de calcaire argileux gris sombre, dont l'épaisseur varie de 2 à 5 cm, sont également présents.

UNITÉ 6

L'unité 6, située dans l'angle NE de la région, occupe le coeur du synclinal de Saint-André-de-Restigouche. Elle est limitée au sud par l'unité 5 et est tronquée au nord par la Faille de Matapédia. Cette unité est constituée de calcaire argileux, de calcilutite bleutée et de rares lits de calcaire silteux laminaire. L'épaisseur des lits varie de 2 à 5 cm.

Groupe de Fortin

Le Groupe de Fortin (unité 7), d'âge dévonien inférieur, occupe la partie nord de la région. Il appartient au flanc sud du synclinorium de Gaspé – Connecticut Valley, qui s'étend, au Québec, de Gaspé à la frontière du Nouveau-Brunswick. Ce groupe est limité au sud par la Faille de Matapédia qui le met en contact avec le Groupe de Matapédia. Il renferme des grès fins arkosiques et des siltstones gris sombre, argileux et calcareux.

Roches intrusives

Ce sont des felsites localement porphyriques (phénocristaux de quartz et de feldspath), gris clair verdâtre et à patine brunâtre ou rosâtre. Elles abondent dans la partie sud de la région où elles forment des essaims de corps tabulaires (dykes) épais de 1 à 6 m et séparés par de minces écrans de roches sédimentaires. Ces corps ignés ont généralement une direction NE et un pendage subvertical. Ils sont donc parallèles aux structures régionales.

Pléistocène et récent

Les dépôts quarternaires de la partie occidentale de la Gaspésie, dans laquelle se situe la région, ont été cartographiés par Lebuis (1975). Dans notre région, on trouve des débris de la roche en place (régolite), du drift glaciaire mince, des blocs et des galets erratiques. De plus, les travaux de Lebuis & David (sous presse) indiquent une très faible dispersion des dépôts, lesquels dérivent en grande partie de la dégradation du socle rocheux.

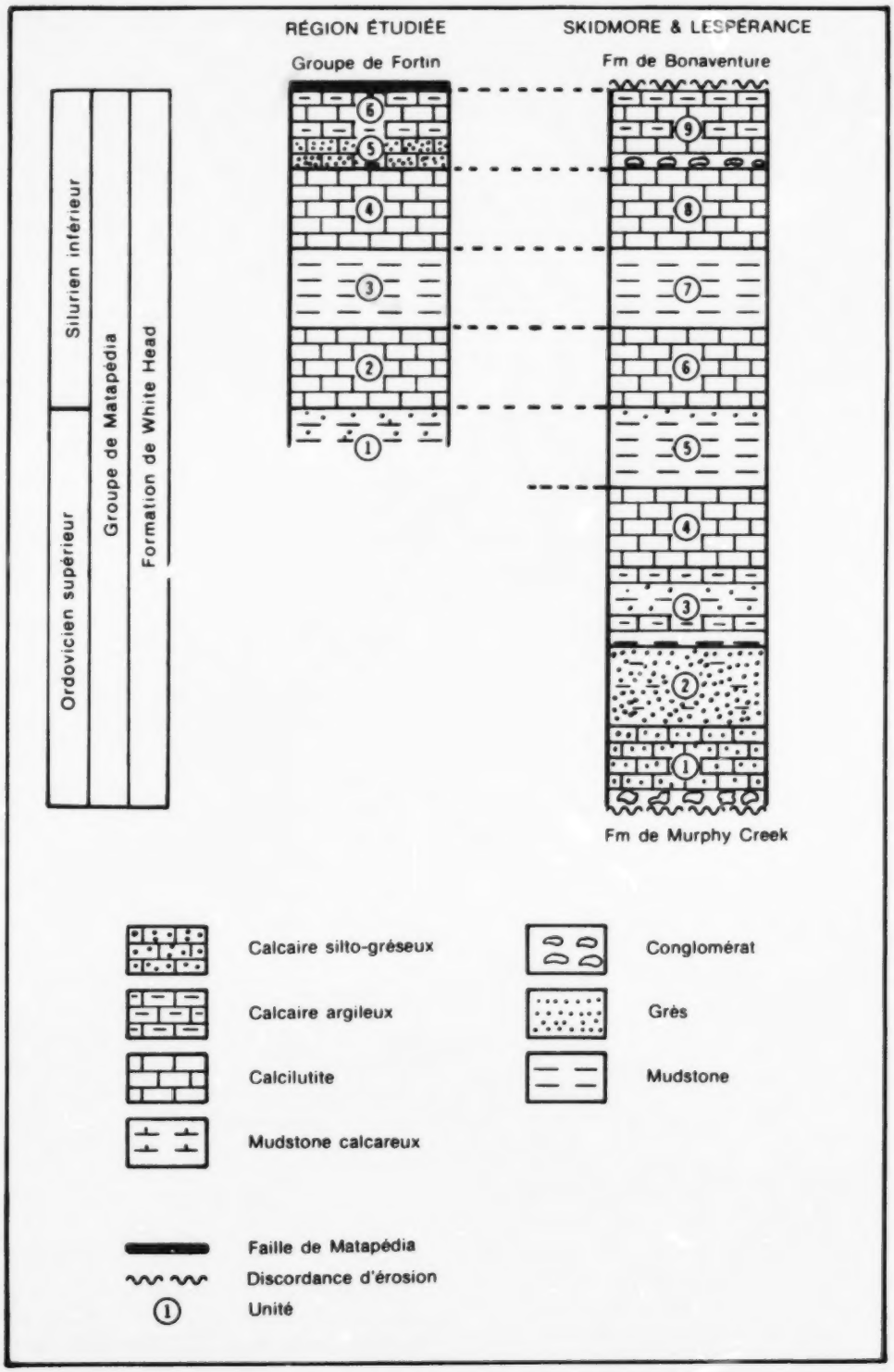


FIGURE 2 – Corrélations lithostratigraphiques entre les unités de la région et celles de Skidmore & Lespérance (1981).

Nous avons divisé la région en trois domaines structuraux (figure 3) : I et II (Groupe de Matapédia) ; III (Groupe de Fortin). Nous avons dressé, pour chacun de ces domaines, des stéréogrammes qui donnent l'orientation statistique (à contours de 2%) des éléments structuraux planaires (stratification S_0 et clivage S_2) et linéaires (intersection S_0-S_2 ou L_1^0).

Domaine I

Les strates du domaine I (figure 4) sont prises en plis cylindriques ; le diagramme montre une distribution sur un grand cercle dont le pôle (axe β) indique des plis droits plongeant à 34° dans une direction 38°. La concentration en un seul maximum allongé des pôles de la stratification indique que les plis sont isoclinaux, leurs flancs étant faiblement dispersés autour du plan moyen 220°-90°. Les pôles de clivage S_2 donnent un maximum centré à 218°-90° et indiquent que cet élément n'a pas été affecté par une déformation postérieure importante. Les linéations sont dispersées dans un plan voisin du plan de clivage.

Domaine II

Les strates du domaine II (figure 5) sont prises en plis cylindriques : le diagramme montre une distribution sur un grand cercle dont le pôle (axe β) indique des plis droits et subhorizontaux plongeant à 9° dans une direction 53°. La concentration en un seul maximum allongé des pôles de la stratification indique que les plis sont isoclinaux, leurs flancs étant faiblement dispersés autour du plan moyen 233°-90°. Les pôles de clivage S_2 donnent un maximum centré à 232°-90° et indiquent que cet élément n'a pas été affecté (ou, du moins, très peu) par une déformation postérieure importante. Les linéations sont dispersées dans un plan voisin du plan de clivage.

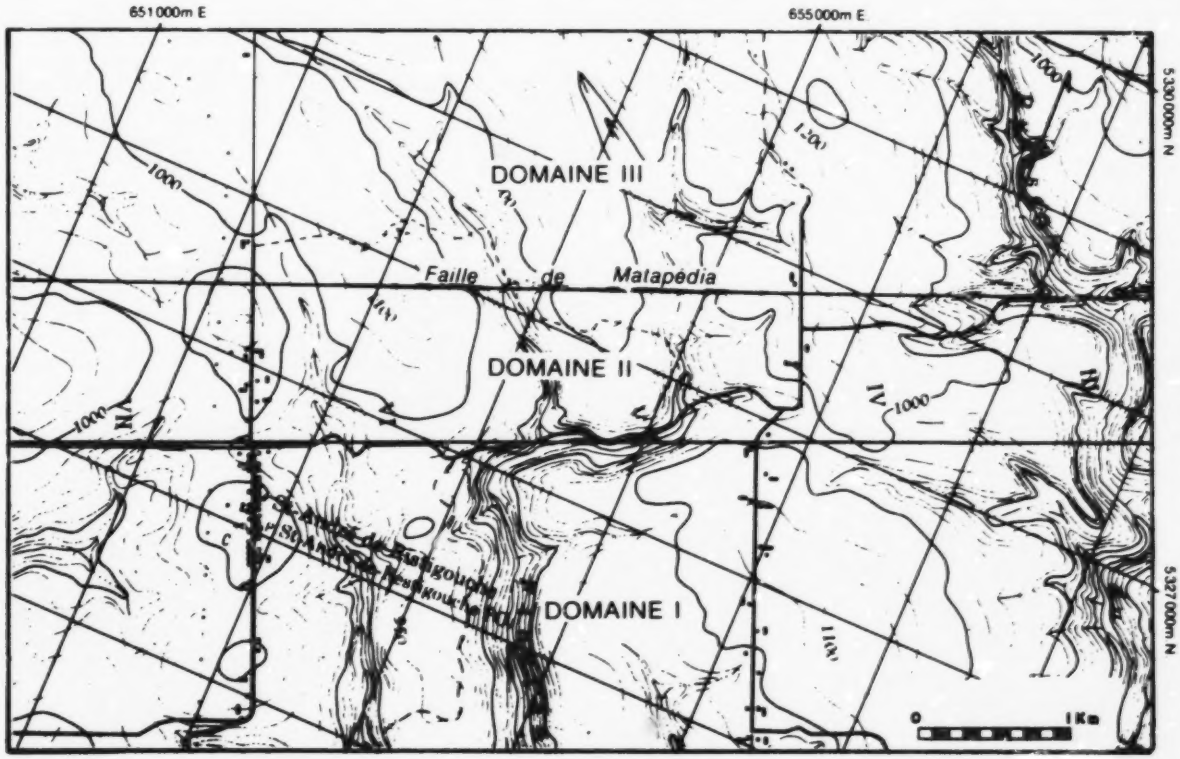
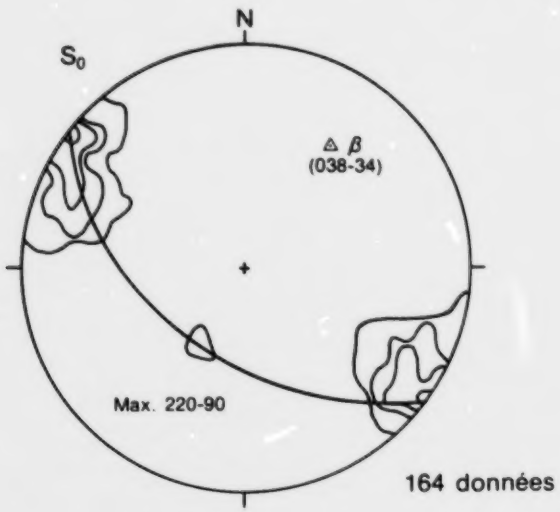
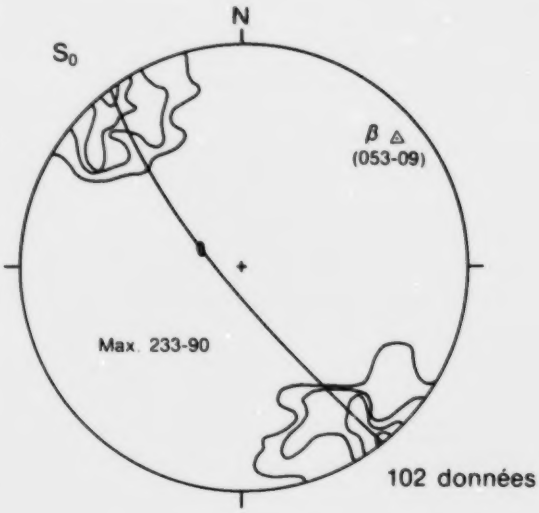
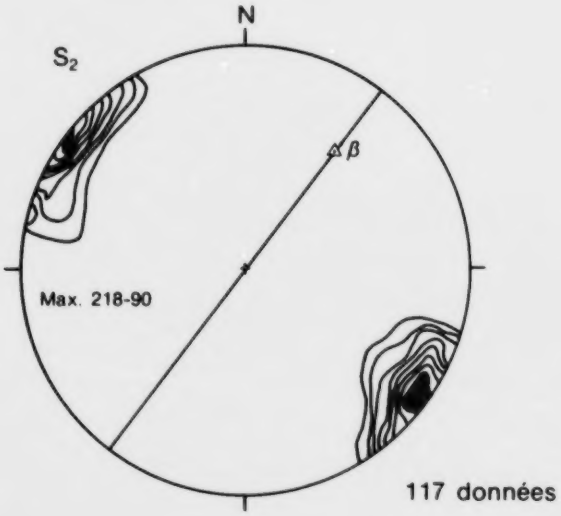
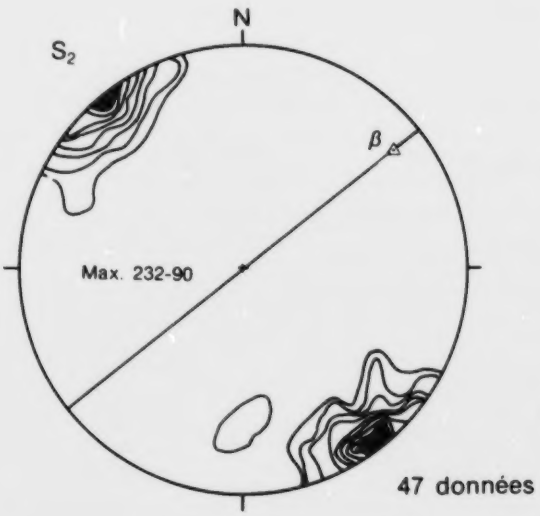


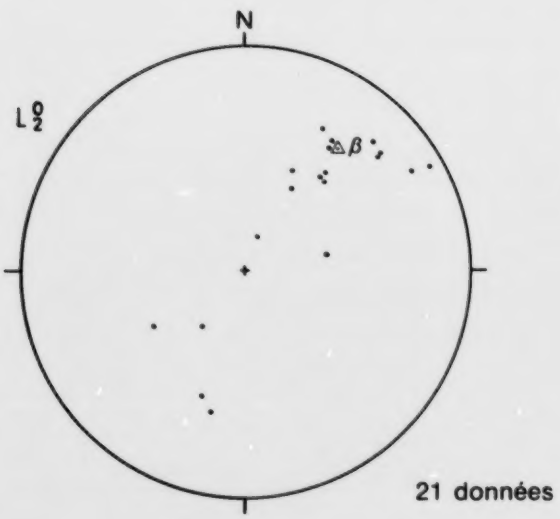
FIGURE 3 – Localisation des domaines structuraux.











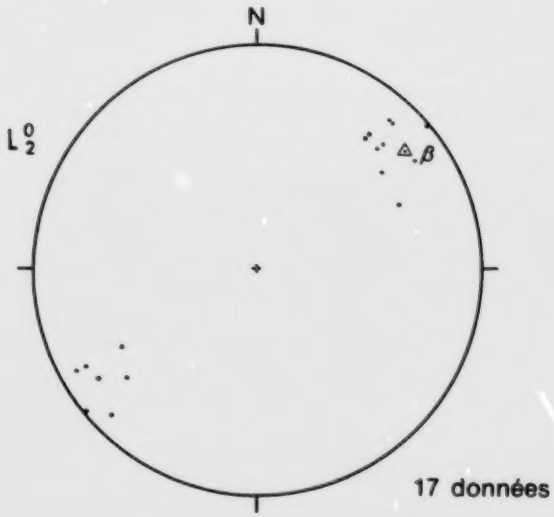


FIGURE 4 – Eléments structuraux du domaine I.

FIGURE 5 – Eléments structuraux du domaine II.

Domaine III

Les pôles de stratification du domaine III (figure 6) montrent un maximum centré à 235°-90° qui indique des plis serrés en bordure de la Faille de Matapédia. D'ailleurs, la presque totalité des strates à fort pendage sont situées près de cette dernière. Dans la partie nord du domaine, les plis sont ouverts et les flancs sont dispersés autour des plans moyens 027°-29° et 64°-57°. Les pôles de clivage S_2 donnent un maximum centré à 235°-80° et indiquent que cet élément n'a pas été affecté (ou du moins très peu) par une déformation postérieure importante.

Failles

La Faille de Matapédia, de direction ENE et de pendage quasi-vertical, sépare le Groupe de Matapédia (au sud) et le Groupe de Fortin (au nord). Selon Lachance (1974, 1975, 1977 et 1979), elle a été suivie vers le SW jusqu'à la frontière du Nouveau-Brunswick. Vers l'est, elle pourrait correspondre à la faille du Grand Pabos qui s'étend jusqu'à Chandler.

Au sud de la faille, l'axe moyen des plis plonge à 9° dans une direction 53° pour le domaine II et à 34° dans une direction 38° pour le domaine I. Le changement d'orientation des axes de pli en s'approchant de la faille suggère un décrochement dextre. En bordure nord de la faille, les strates du Groupe de Fortin sont prises en plis serrés à flancs abrupts ; en s'éloignant vers le nord les plis deviennent ouverts.

On observe également d'étroites zones de cisaillement, dextres et senestres (de directions NW-SE et NE-SW et de pendage subvertical), qui indiquent un système de cassures mineures transversales. De plus, les nombreuses intrusions felsiques (de direction NE-SW et de pendage subvertical) s'alignent selon la structure régionale.

Les éléments tectoniques se traduisent par de nombreux linéaments (figure 7). La Faille de Matapédia forme un linéament rectiligne très prononcé, orienté 65°. Ce linéament majeur est accompagné par deux systèmes transversaux : l'un orienté 310° et l'autre 340°. Il existe également des linéaments reliés aux plis du Groupe de Matapédia ; ces linéaments bifurquent vers l'est en s'approchant de la Faille de Matapédia.

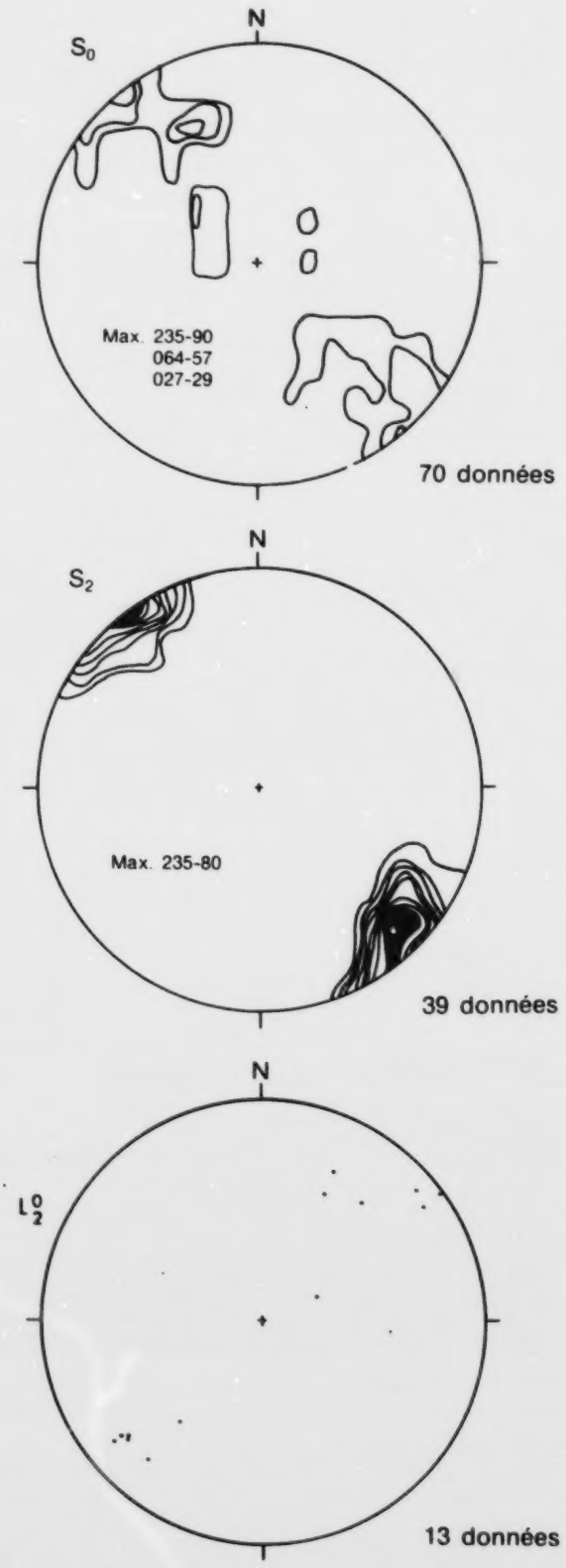


FIGURE 6 – Éléments structuraux du domaine III.

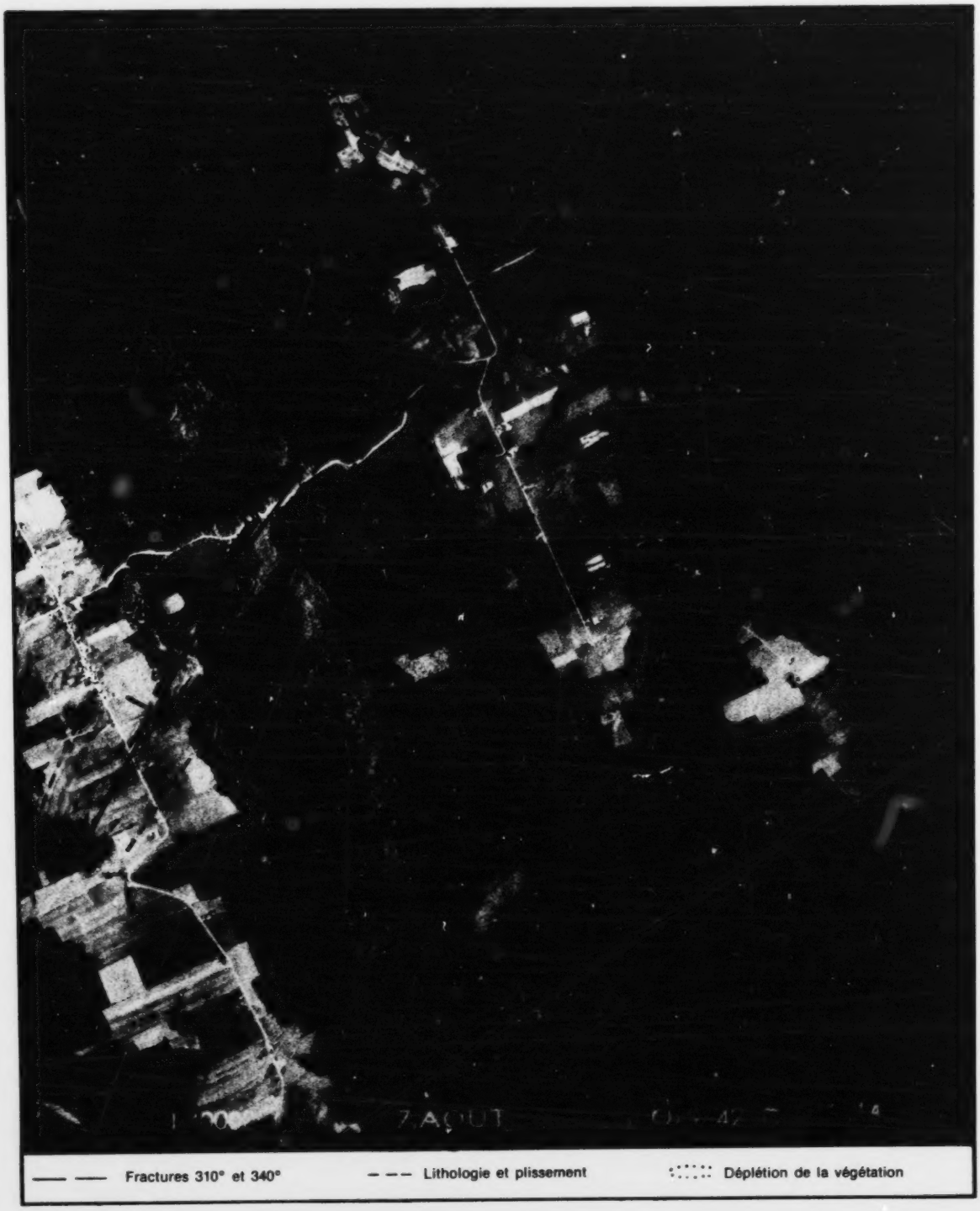


FIGURE 7 – Linéaments dans la région.

Altération et minéralisation

Altération

Les deux aires d'altération hydrothermale de la région ont déjà été explorées par SOQUEM (de 1968 à 1974) et cartographiées par Lachance (1979).

La première est à 1,6 km à l'est de Saint-André-de-Restigouche. Orientée NE-SW, elle est large d'au moins 100 m et longue de plus de 800 m. En s'approchant de son centre on passe graduellement d'un calcaire noir pyritifère à un calcaire blanchi, à une cornéenne calcique vert pâle et, finalement, à un skarn grenatifère faiblement magnétique (partie nord de la tranchée Tr-12 de SOQUEM ; voir carte géologique).

La seconde, de 125 m de largeur, est à 2,3 km au NNE de Saint-André-de-Restigouche. Elle est orientée NE et bute, au nord, sur la Faille de Matapédia. Un calcaire noir pyritifère, un calcaire blanchi et des cornéennes calciques gris clair verdâtre y ont été observés.

Les zones d'altération sont bordées par des corps intrusifs felsiques. Bien qu'elles soient de dimensions très variables (0,5-100 m), elles ne peuvent être considérées comme de simples auréoles de contact. Les corps ignés sont en effet beaucoup trop petits pour avoir pu générer la chaleur nécessaire à leur formation. Elles doivent être considérées comme des sites du passage de solutions hydrothermales émises vraisemblablement par des plutons profonds (Duba & Jones, 1983a, 1983b).

Minéralisation

Les travaux de SOQUEM (Tauchid, 1968 ; Dionne, 1968, 1969, 1970 ; Services Géotechniques Schickshocks, 1969 ; Dumont, 1969 ; Kowacik, 1973 ; Blackburn, 1974) n'ont montré qu'une très faible minéralisation, laquelle est associée à des dykes et à des veines de quartz. Ainsi, les meilleures teneurs, obtenues dans le forage 7201 implanté à 1,6 km à l'est de Saint-André-de-Restigouche, sont les suivantes : 87 ppm Cu, 42 ppm Pb, 156 ppm Zn, 7 ppm Sb et 2,6 ppm Ag (Dionne, 1970). Un échantillon prélevé dans la tranchée Tr-12, à l'extrémité orientale de l'aire d'altération, a donné 0,4% Cu (Dionne, 1970). Enfin, les teneurs maximales dans les filons de quartz recoupés par le forage 7203 sont les suivantes : 57 ppm Cu, 42 ppm Pb, 93 ppm Zn, 8 ppm Mo et 1,5 ppm Ag.

Méthodologie

Le levé magnétométrique sur les deux cibles a été réalisé avec un appareil Barringer GM-122. Les mesures, d'une précision de $\pm$ 1 γ et corrigées pour les variations diurnes à toutes les heures, ont été prises à tous les 15 m le long de lignes espacées de 100 m et à tous les 25 m le long des lignes de base et de raccordement.

Résultats

Le levé (carte B, hors texte) s'est avéré peu discriminant. La faible susceptibilité magnétique des roches explique les faibles gradients obtenus. On note, dans les deux cibles, un relief magnétique légèrement plus élevé dans la partie nord (30 γ) que dans la partie sud ($\approx$ 10 γ). L'axe magnétique le plus prononcé, qui est dans la partie sud de la cible ouest, atteint 70 γ. Orienté WNW, il pourrait indiquer la présence d'un dyke de diabase, nulle part à découvert. Des dykes de diabase montrant une telle orientation ont déjà été vus par Lachance (1979) dans la partie SE de la région.

Méthodologie

L'échantillonnage de l'horizon B des sols a été effectué sur les deux cibles à environ tous les 60 m le long de lignes espacées de 100 m. L'orientation des lignes s'est faite à l'aide d'une boussole Silva et la distance entre les sites d'échantillonnage a été établie au compte-pas à partir de points repères fiables.

Les échantillons ont été recueillis dans (carte C, hors texte) des sacs et séchés, pendant environ 4 jours consécutifs, dans un four à une température n'excédant pas 50°C. Ils ont ensuite été broyés dans les sacs à l'aide d'un maillet de bois et passés à un tamis en nylon de 80 mailles. La partie fine analysée a été choisie au hasard.

Les analyses ont été faites par le laboratoire Métriclab pour Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, Ag, U, Sn, Mo, Hg, As, Bi, Li et la perte au feu. Les éléments, à l'exception de As, Sn, U et Hg, ont été attaqués à l'eau régale à 90°C avant d'être analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique. As et Sn ont été calcinés et attaqués à HCl, HNO_3 et H_2SO_4 avant d'être analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique (génération d'hydrures). Enfin, U a été dosé par activation neutronique et Hg, par la méthode "cold vapor".

Pour fin de vérification, 43 standards (répartis en trois groupes) ont été établis à partir d'échantillons provenant de la région. Ces standards, analysés pour les mêmes éléments, représentent trois niveaux de teneurs différentes. Les résultats sont assez homogènes et l'écart-type est faible (tableaux 2, 3 et 4). Par rapport aux échantillons du levé, les standards du premier groupe ont des valeurs similaires pour Zn, Ag, Sn, Mo et Bi, ceux du deuxième groupe ont des valeurs similaires pour Cu, Pb, Mn et Hg, et ceux du troisième groupe ont des valeurs similaires pour Ni, Co, U, Ag et Li. De façon générale, l'écart relatif diminue là où les teneurs sont fortes et la précision est faible là où elles sont près du seuil de détection (Ag, Sn, Mo). Cependant, la précision demeure fiable pour les valeurs anomaliques.

TABLEAU 2 – Caractéristiques* du premier groupe de standards.**

ÉCHANTILLON	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Mn	Ag	U	Sn	Mo	Hg	As	Bi	Li
67709	10	63	45	11	7	219	0.5	1.1	1.0	2	430	1.0	3	3
67765	10	62	47	11	5	289	0.5	1.0	0.5	1	460	1.0	3	3
67835	11	57	45	10	6	273	0.5	1.1	2.5	4	460	1.5	3	3
67936	11	65	48	10	7	281	0.5	1.1	1.5	1	425	2.0	3	3
68024	10	64	46	8	6	282	0.5	1.2	1.5	2	470	2.0	3	3
68049	12	66	47	9	7	296	0.5	1.1	3.0	2	365	3.5	3	3
68137	9	61	43	9	7	274	0.4	1.2	1.0	1	435	1.5	3	4
68177	11	68	45	8	6	292	0.5	1.1	1.5	2	440	2.5	3	3
68214	9	61	41	10	6	290	0.4	1.1	1.5	1	420	2.0	3	3
68233	11	62	46	10	6	292	0.5	1.1	1.0	1	435	2.5	3	3
68307	9	58	43	10	6	293	0.4	1.0	1.0	3	470	2.5	3	3
68352	10	64	44	10	6	284	0.4	1.2	1.5	1	410	5.0	3	3
68380	11	63	47	10	6	294	0.4	1.1	1.5	1	430	2.0	3	3
68385	10	63	45	10	6	291	0.5	1.2	2.0	2	480	2.0	3	3
68478	11	60	46	9	6	287	0.5	1.3	2.0	1	495	2.5	2	3
68513	11	61	46	11	7	298	0.4	1.2	1.0	3	455	3.5	3	3
68579	9	60	46	7	6	301	0.4	1.0	1.0	1	435	3.0	3	3
Moyenne	10.3	62.2	45.3	9.6	6.2	284.5	0.46	1.12	1.47	1.7	442.1	2.35	2.9	3.1
Écart-type	0.9	2.7	1.7	1.1	0.5	18.0	0.05	0.08	0.61	0.9	29.5	0.97	0.2	0.2
Moyenne+écart-type	11.2	64.9	47.0	10.7	6.7	302.5	0.51	1.20	2.08	2.6	471.6	3.32	3.1	3.9
Moyenne–écart-type	9.4	59.5	43.6	8.5	5.7	266.5	0.41	1.04	0.86	0.8	412.6	1.38	2.7	2.9
Minimum	9.0	57.0	41.0	7.0	5.0	219.0	0.40	1.00	0.50	1.0	365.0	1.00	2.0	3.0
Maximum	12.0	68.0	48.0	11.0	7.0	301.0	0.50	1.30	3.00	4.0	495.0	5.00	3.0	4.0
Limite de détection	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.10	0.10	0.50	1.0	5.0	0.50	1.0	1.0

* Données en ppm sauf pour Hg (ppb).

** D'après Géomines (1983), modifié.

TABLEAU 3 – Caractéristiques* du deuxième groupe de standards**.

ÉCHANTILLON	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Mn	Ag	U	Sn	Mo	Hg	As	Bi	Li
67777	10	16	16	240	28	754	0.2	0.7	0.5	1	60	80	3	4
67792	14	17	16	241	28	784	0.2	0.8	0.5	1	60	80	3	4
67872	13	15	16	239	28	764	0.3	0.8	0.5	2	60	80	3	4
67894	13	16	18	240	29	765	0.3	0.6	0.5	1	55	84	3	4
68025	13	17	14	238	27	781	0.3	0.7	0.5	2	50	85	3	4
68129	11	17	16	229	28	743	0.3	0.8	0.5	1	55	80	3	3
68207	13	17	16	224	26	742	0.2	0.9	0.5	1	55	80	3	3
68309	12	16	17	238	26	762	0.4	0.8	0.5	2	50	80	3	3
68430	14	16	17	238	28	761	0.3	0.6	0.5	1	55	87	3	4
68555	14	16	18	247	29	770	0.3	0.8	0.5	3	45	84	3	3
68586	11	17	17	241	27	784	0.3	0.5	0.5	1	50	84	3	4
69820	12	17	17	240	26	766	0.3	0.5	0.5	1	50	85	3	3
Moyenne	12.5	16.2	16.4	237.9	27.5	764.7	0.27	0.71	0.5	1.4	53.8	82.4	3.0	3.6
Écart-type	1.3	0.7	1.1	5.7	1.0	13.4	0.09	0.12	0.0	0.6	4.6	2.5	0.0	0.5
Moyenne+écart-type	13.8	16.9	17.5	243.6	28.5	778.1	0.36	0.83	0.5	2.0	58.4	84.9	3.0	4.1
Moyenne–écart-type	11.2	15.5	15.3	232.2	26.5	751.3	0.18	0.59	0.5	0.8	49.2	79.9	3.0	3.1
Minimum	10.0	15.0	14.0	224.0	26.0	742.0	0.20	0.50	0.5	1.0	45.0	80.0	3.0	3.0
Maximum	14.0	17.0	18.0	247.0	29.0	784.0	0.40	0.90	0.5	3.0	60.0	87.0	3.0	4.0
Limite de détection	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.10	0.100.5		1.0	5.0	0.5	1.0	1.0

* Données en ppm sauf pour Hg (ppb).

** D'après Géomines (1983), modifié.

TABLEAU 4 – Caractéristiques* du troisième groupe de standards**.

ÉCHANTILLON	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Mn	Ag	U	Sn	Mo	Hg	As	Bi	Li
67757	351	457	579	100	18	238	11.3	1.8	1.5	17	355	30	7	8
67825	355	461	582	99	18	236	11.3	1.8	1.5	19	320	32	6	8
67920	363	436	588	100	22	242	11.5	1.7	2.0	20	340	33	8	8
67978	346	449	578	100	19	257	11.4	1.6	1.5	21	360	33	8	8
67997	360	446	583	100	20	249	11.5	1.7	1.5	28	335	33	8	8
68076	367	449	574	99	19	238	11.3	1.9	3.0	22	340	43	8	7
68130	367	569	451	100	19	247	11.3	2.0	2.5	20	390	35	7	7
68227	367	465	574	98	18	248	11.4	1.7	2.0	18	330	28	8	8
68345	354	459	583	101	21	252	11.3	2.0	2.0	19	235	30	7	8
68424	358	433	586	102	21	255	11.3	1.6	2.0	19	350	37	7	8
68479	356	437	578	98	20	248	11.2	1.7	2.0	18	320	35	6	8
68521	349	434	574	99	20	248	11.3	1.9	1.5	19	315	32	7	8
68599	352	435	587	101	21	258	11.5	1.6	2.0	21	325	34	7	8
69808	359	439	584	100	21	251	11.3	1.8	2.0	20	320	37	7	8
Moyenne	357.4	454.9	571.5	99.8	19.8	247.4	11.35	1.77	1.93	20.07	337.5	33.7	7.2	7.9
Écart-type	6.6	33.3	33.7	1.1	1.3	6.9	0.09	0.13	0.42	2.55	19.9	3.6	0.7	0.3
Moyenne+écart-type	364.0	488.3	605.2	100.9	21.1	254.3	11.44	1.90	2.35	22.62	357.4	37.3	7.9	8.2
Moyenne–écart-type	350.8	421.6	537.8	98.7	18.5	240.5	11.26	1.64	1.51	17.52	317.6	30.1	6.5	7.6
Minimum	346.0	433.0	451.0	98.0	18.0	236.0	11.20	1.60	1.50	17.00	315.0	30.0	6.0	7.0
Maximum	367.0	569.0	588.0	102.0	22.0	258.0	11.50	2.00	3.00	28.00	390.0	43.0	8.0	8.0
Limite de détection	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.10	0.10	0.50	1.00	5.0	0.5	1.0	1.0

* Données en ppm sauf pour Hg (ppb)

** D'après Géomines (1983), modifié.

Comportement des éléments

La plupart des éléments tendent vers une distribution log-normale (figures 8 à 21), à l'exception Ag (figure 14), U (figure 15) et Bi (figure 20), où la majorité des échantillons sont regroupés à l'intérieur de 2 ou 3 classes.

Dans les deux cibles, la variation des teneurs n'est pas très grande pour la plupart des éléments (tableau 5). Les plus hautes dépassent rarement trois fois les valeurs moyennes. Seuls Mn et As ont des teneurs très élevées (15 à 20 fois la moyenne). Comparativement aux valeurs moyennes mondiales (tableau 5), seuls As et Hg ont des valeurs nettement plus élevées.

La formation de fausses anomalies géochimiques semble avoir été favorisée par deux facteurs : l'adsorption et l'effet de pente. En effet, il est bien connu que la précipitation des oxydes de manganèse et de fer hydraté entraine souvent la précipitation d'éléments tels que Cu, Mo, Ni, Co, Pb, Zn et Hg (Levinson, 1980). L'adsorption par la matière organique a pu également favoriser la concentration de métaux tels que Hg, Ni, Pb et U. Enfin, l'effet de pente a pu faire accumuler les métaux dans certains secteurs. Cette accumulation résulte, pour la plupart des métaux, d'une plus grande solubilité dans les eaux souterraines et d'une plus basse solubilité dans les eaux de surface (Levinson, 1980).

Présentation des résultats

Les teneurs présentées sur les cartes géochimiques (carte C, hors texte) ont été regroupées en sept classes. La première classe (•) représente les percentiles 0 à 17% de la distribution des teneurs, la deuxième (+) 17 à 33%, la troisième (⊕) 33 à 66%, la quatrième (●) 66 à 84%, la cinquième (①) 84 à 92%, la sixième (②) 92 à 98% et la septième 98 à 100%. Voir tableau 6. Les teneurs correspondant aux intervalles 92-98% et 98-100% (② et ③) ont été considérées comme anomaliques.

Cible ouest

Les teneurs moyennes de la plupart des éléments, à l'exception de As, sont généralement plus élevées sur la cible ouest que sur la cible est (tableau 7). Les plus élevées forment un groupe d'anomalies (Cu, Pb, Mn, Ag et Co) dans la demie ouest de la cible, à 500 m de part et d'autre de la ligne de base. Les teneurs élevées en Ag au nord de la ligne de base avaient déjà été signalées (SOQUEM, 1969). Des cassures NW et NE (décrochements dextres et senestres) et des dykes felsiques dans ce secteur pourraient être à l'origine de ces anomalies. Cependant, la difficulté de repérer l'horizon B à proximité des ruisseaux (forte proportion de matière organique), une adsorption par le manganèse, l'effet de pente et une contamination plus élevée à proximité du village (déchets, barrage et pompe à eau) ont pu contribuer en grande partie à créer de fausses anomalies dans ce secteur de même que dans ceux à l'extrémité nord de la cible.

L'aire d'altération à 1,6 km à l'est de Saint-André-de-Restigouche ne donne qu'une très faible réponse géochimique. On y trouve de faibles anomalies en Cu, Pb et Zn. En gros, le Cu borde l'aire d'altération. Le Pb et le Zn

TABLEAU 5 – Statistiques* de base des éléments dosés.**

	Moyenne	Médiane	Classe modale	Écart-type	Valeur maximale	Moyenne mondiale***
Cu	13.82	13.00	12-13	5.02	40.00	20.0
Zn	62.15	62.00	56-62	23.86	221.00	50.0
Pb	15.95	16.00	16-17	4.41	37.00	20.0
Ni	38.67	37.00	30-35	16-17	100.00	30.0
Co	13.60	12.00	12-13	4.62	55.00	10.02
Mn	619.50	423.00	201-300	695.14	8530.00	400-6000
Ag	0.50	0.50	0.50	0.17	1.30	0.1
U	2.29	2.30	2.1-2.2	0.28	4.00	1.0
Sn	1.30	0.90	0.5-1.0	1.74	41.00	2-10
Mo	1.78	1.00	1.00	1.72	17.00	2.0
Hg	86.14	77.50	61-75	37.91	310.00	30.0
As	26.75	13.74	1-10	41.99	492.00	5.0
Bi	3.84	4.00	4.00	0.74	13.00	2-10
Li	11.32	11.00	7-8 13-14	6.00	41.00	30.0

* Valeurs en ppm sauf pour Hg (ppb).

** D'après Géomines (1983), modifié.

*** D'après Levinson (1980).

TABLEAU 6 – Classes de teneurs* et leurs symboles.

Symboles Classe de teneurs	• 0-17	+ 17-33	⊕ 33-66	● 66-84	① 84-92	② 92-98	③ 98-100
Cu	0-9	9-11	11-15	15-18	18-20	20-28	28-40
Zn	0-43	43-54	54-69	69-80	80-90	90-113	113-221
Pb	0-12	12-13	13-17	17-20	20-22	22-26	26-37
Ni	0-25	25-31	31-44	44-53	53-60	60-75	75-100
Co	0-10	10-12	12-15	15-18	18-19	19-23	23-55
Mn	0-209	209-297	297-587	587-973	973-1350	1350-2325	2325-8530
Ag	0-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-1.3
U	0-2.1	2.1-2.2	2.2-2.4	2.4-2.5	2.5-2.7	2.7-2.9	2.9-4.0
Sn	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5	1.5-2.0	2.0-3.5	3.5-41.0
Mo	0-1	1	1	1-3	3-4	4-7	7-17
Hg	0-55	55-70	70-90	90-115	115-125	125-205	205-310
As	0-6.5	6.5-8.5	8.5-20	20-43	43-70	70-170	170-492
Bi	0-3	3-4	4	4	4-5	5	5-13
Li	0-5	5-8	8-14	14-17	17-20	20-24	24-41
Perte au feu	0-9.41	9.41-10.75	10.75-13.50	13.50-15.25	15.25-17.50	17.50-22.00	22.00-58.75

* Valeurs en ppm sauf pour Hg (ppb) et la perte au feu (%).

tendent à s'aligner dans une direction NW, perpendiculairement à l'aire d'altération.

On note enfin des anomalies sporadiques en Mo, Sn, Ag, Cu, Ni et Hg. Le Sn semble associé aux dykes felsiques ; cependant, des résultats préliminaires suggèrent une contamination pour cet élément. Quant aux autres éléments, ils sont dispersés.

Cible est

Seuls As et Hg ont des teneurs moyennes plus élevées que sur la cible ouest (tableau 7). On a décelé une anomalie de forte intensité (170-492 ppm As) au nord de la ligne de base. Il est difficile d'expliquer cette anomalie, vu qu'on possède peu d'information sur le socle rocheux à cet endroit ; nous avons cependant remarqué que la végétation s'y dégarnit (figure 7). Les fortes teneurs en As pourraient être liées à des zones de cisaillement secondaires ou à des veines de quartz-calcite-arsénopyrite (?) reliées à la faille de Matapédia.

Une seconde zone anomalique (Cu, Pb, Zn, Ni, Co et Hg) a été repérée dans la partie est de la cible. Quelque soit l'élément considéré, les anomalies s'orientent, en gros, 310° et s'étendent jusqu'à la Faille de Matapédia. Il est possible qu'elles soient reliées à des zones de cisaillement et des veines de quartz-calcite NW observées dans le ruisseau du Moulin.

TABLEAU 7 – Moyenne des teneurs*.

	Cible Ouest	Cible Est	Moyenne mondiale **
Cu	14.34	13.33	20
Zn	63.64	62.03	50
Pb	16.52	15.49	20
Ni	41.18	36.64	30
Co	14.30	13.13	10
Mn	635.56	608.25	400-6000
Ag	-	-	0.1
U	2.26	2.23	1.0
Sn	1.49	1.15	2-10
Mo	2.09	1.49	2.0
Hg	81.84	89.52	30
As	9.57	41.15	5
Bi	3.90	3.75	2-10
Li	14.34	8.88	30

* Valeurs en ppm sauf pour Hg (ppb).

** D'après Levinson (1980).

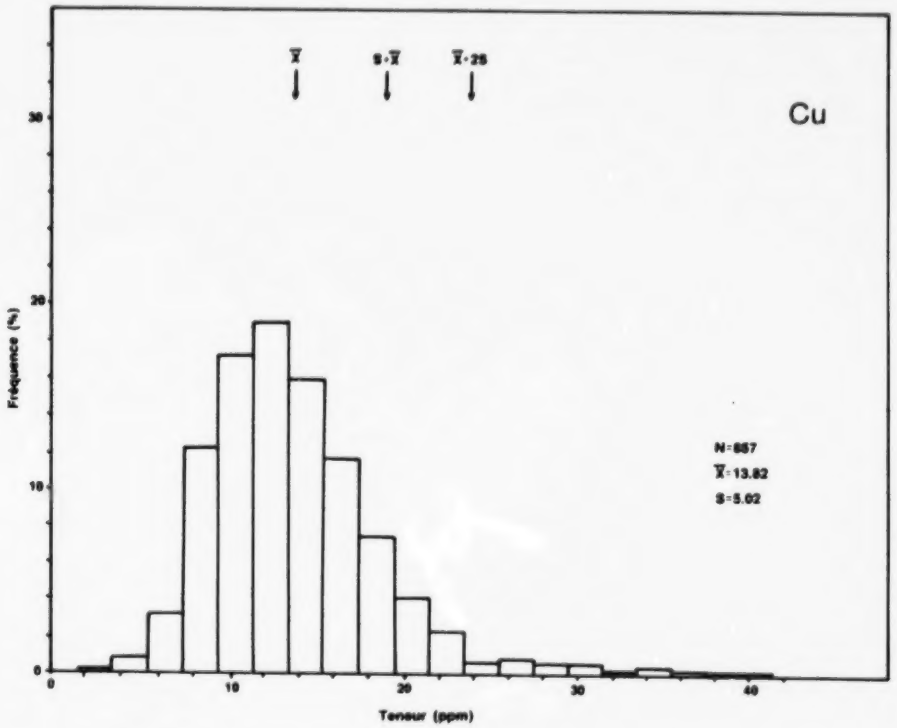


FIGURE 8 – Histogramme de distribution des fréquences pour Cu. Tiré de Géomines (1983).

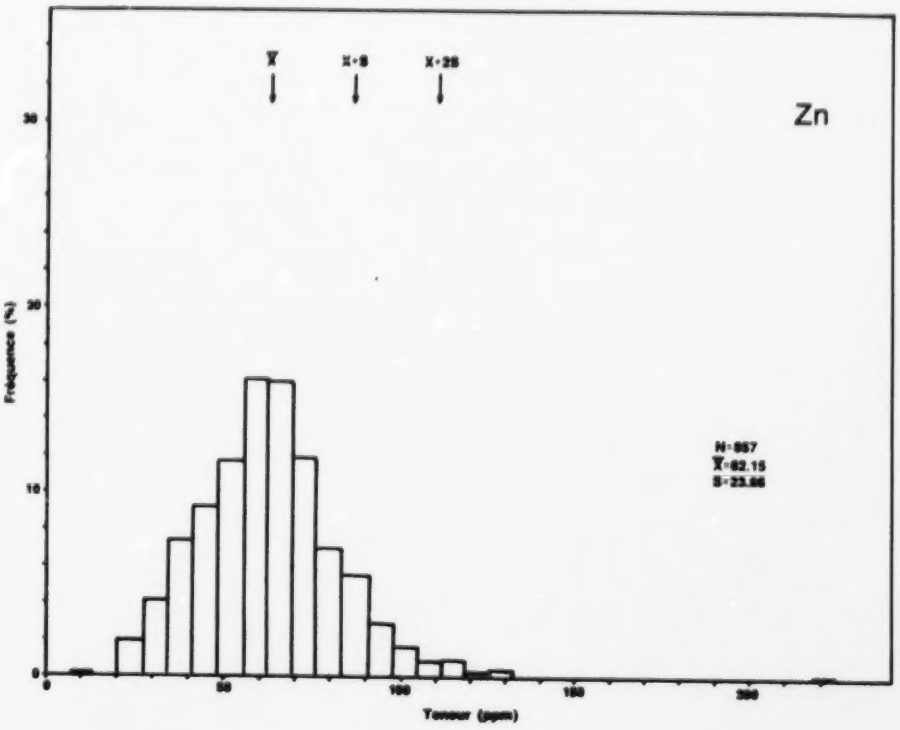


FIGURE 9 – Histogramme de distribution des fréquences pour Zn. Tiré de Géomines (1983).

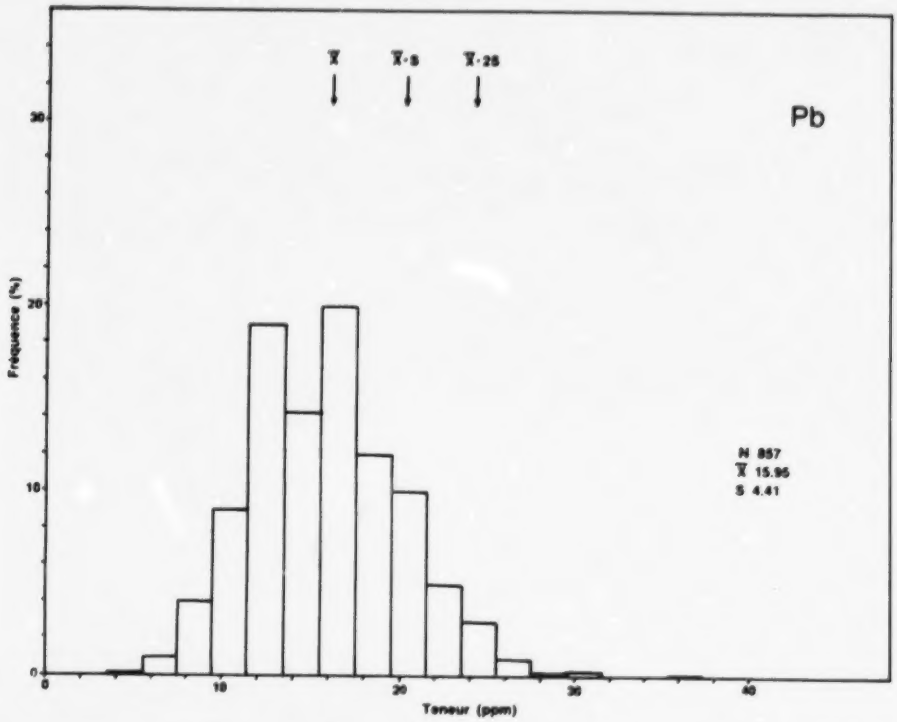


FIGURE 10 – Histogramme de distribution des fréquences pour Pb. Tiré de Géomines (1983).

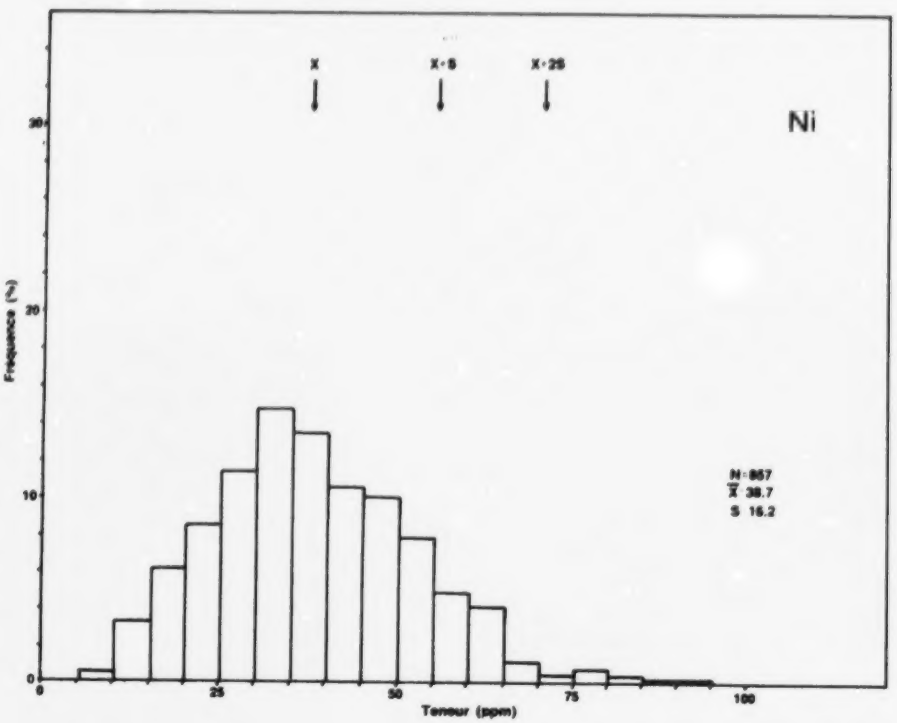


FIGURE 11 – Histogramme de distribution des fréquences pour Ni. Tiré de Géomines (1983).

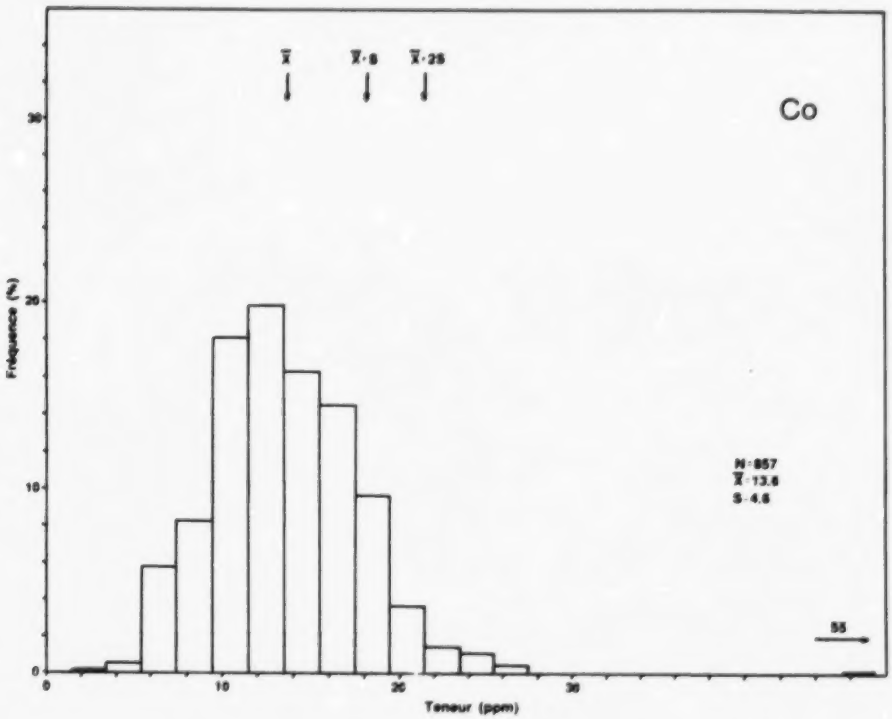


FIGURE 12 – Histogramme de distribution des fréquences pour Co. Tiré de Géomines (1983).

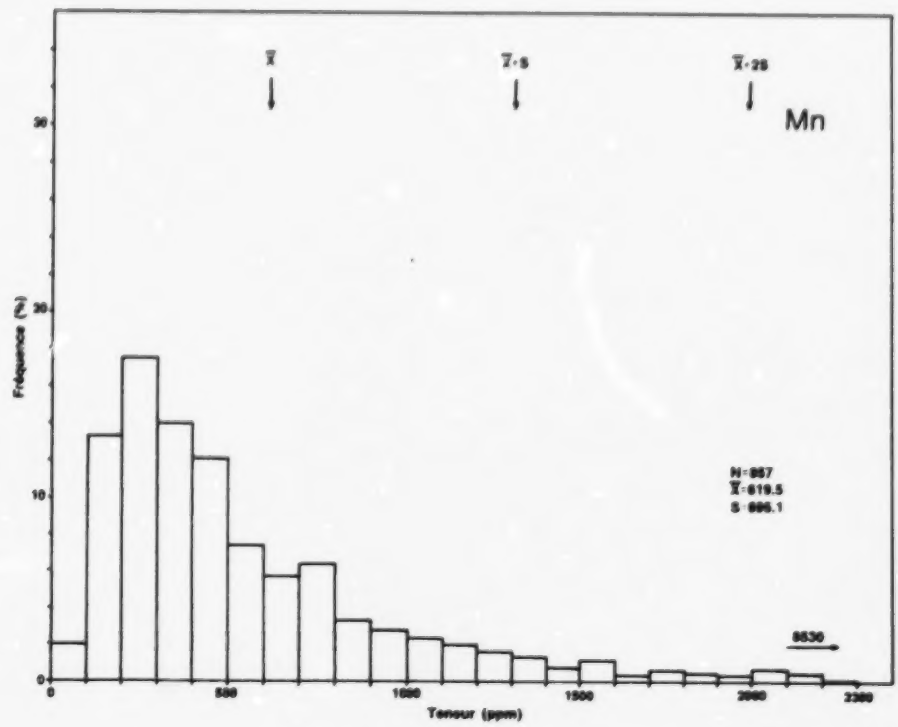


FIGURE 13 – Histogramme de distribution des fréquences pour Mn. Tiré de Géomines (1983).

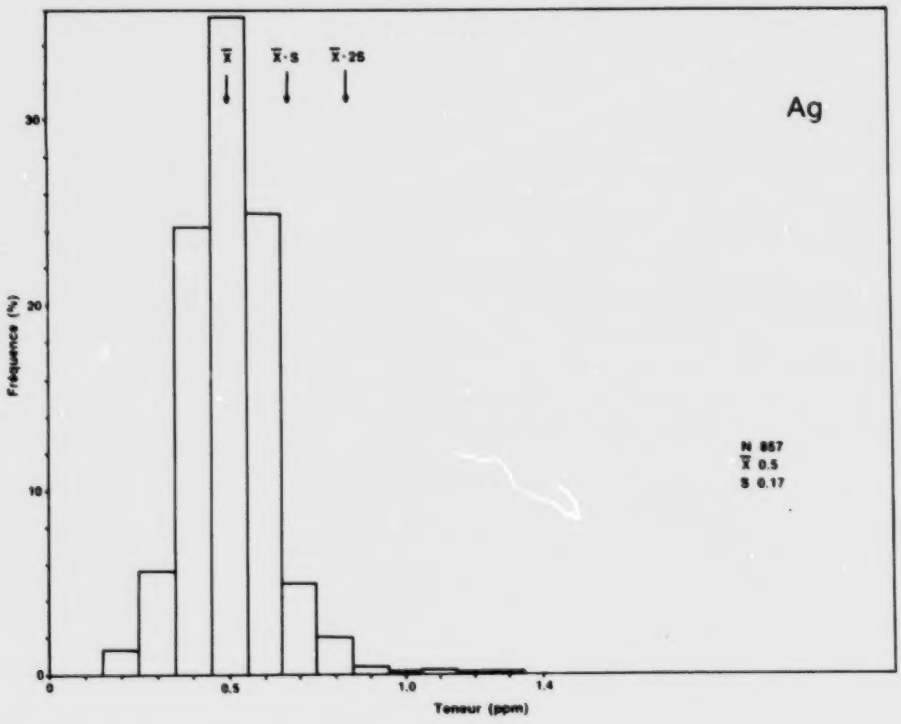


FIGURE 14 – Histogramme de distribution des fréquences pour Ag. Tiré de Géomines (1983).

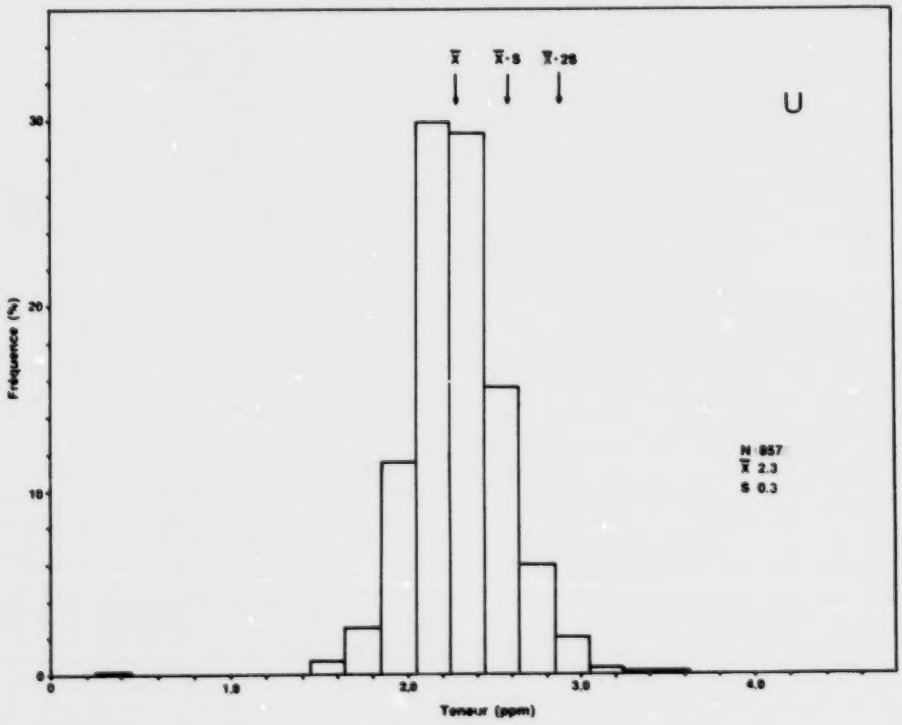


FIGURE 15 – Histogramme de distribution des fréquences pour U. Tiré de Géomines (1983).

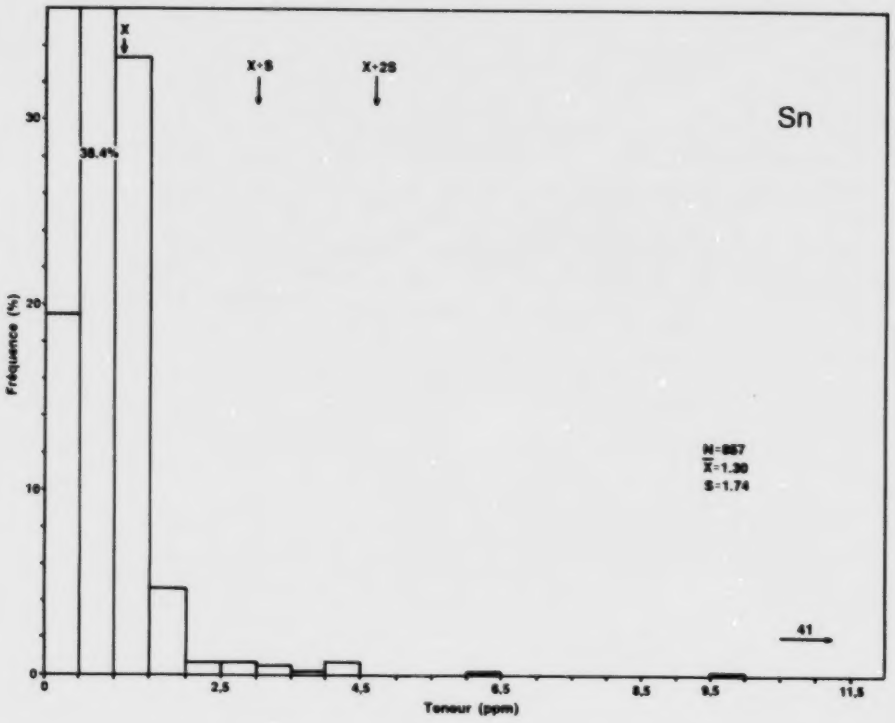


FIGURE 16 – Histogramme de distribution des fréquences pour Sn. Tiré de Géomines (1983).

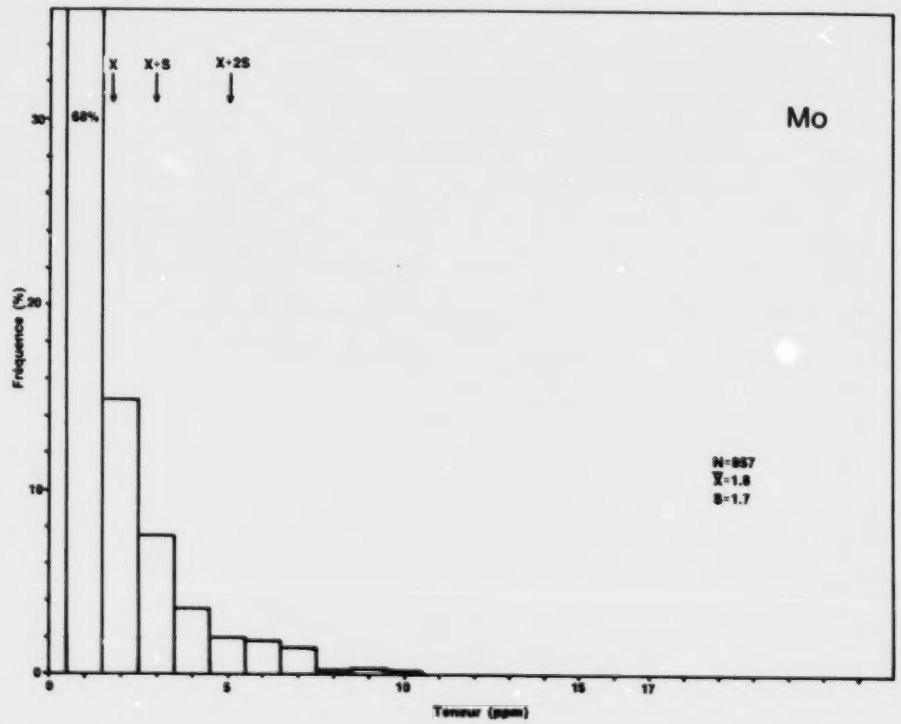


FIGURE 17 – Histogramme de distribution des fréquences pour Mo. Tiré de Géomines (1983).

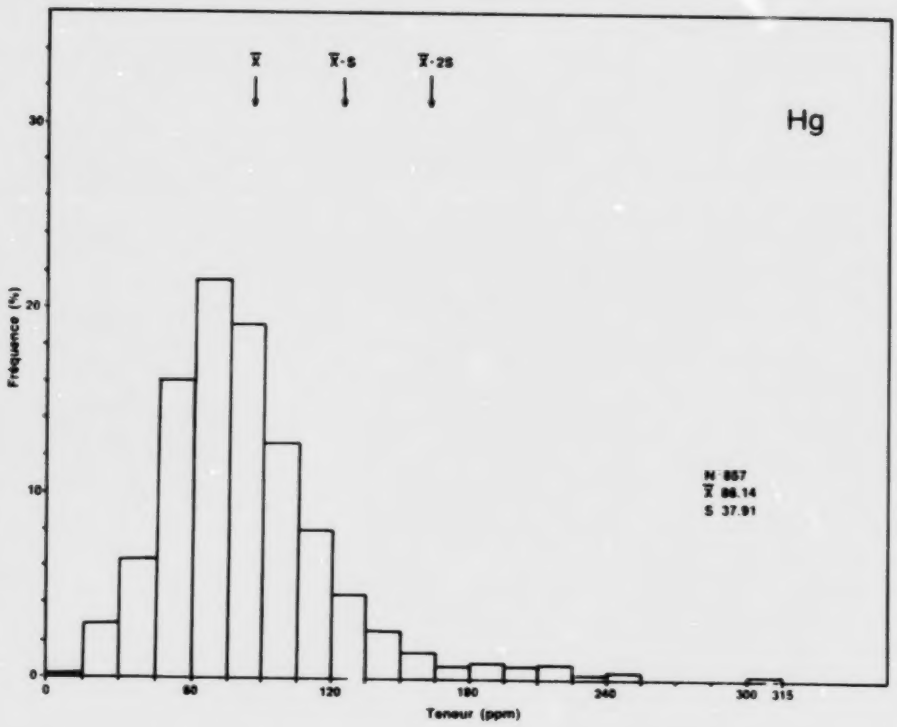


FIGURE 18 – Histogramme de distribution des fréquences pour Hg. Tiré de Géomines (1983).

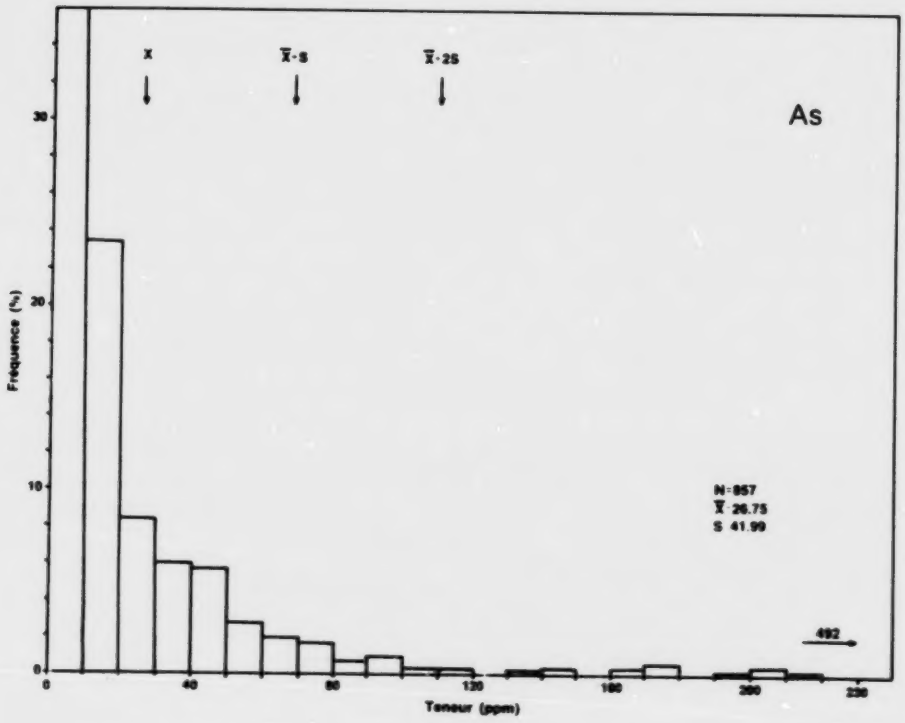


FIGURE 19 – Histogramme de distribution des fréquences pour As. Tiré de Géomines (1983).

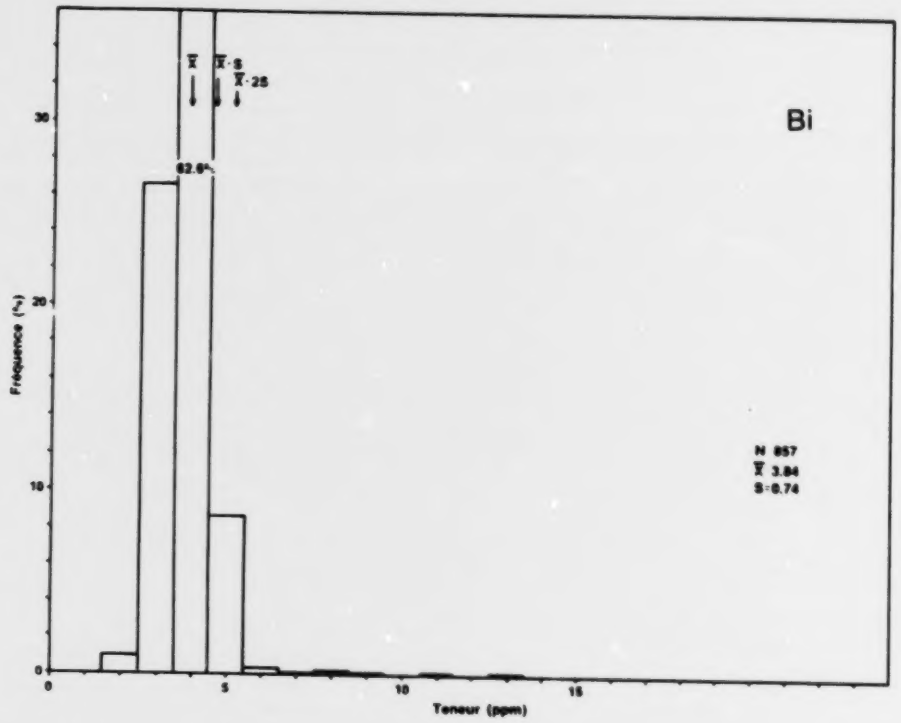


FIGURE 20 – Histogramme de distribution des fréquences pour Bi. Tiré de Géomines (1983).

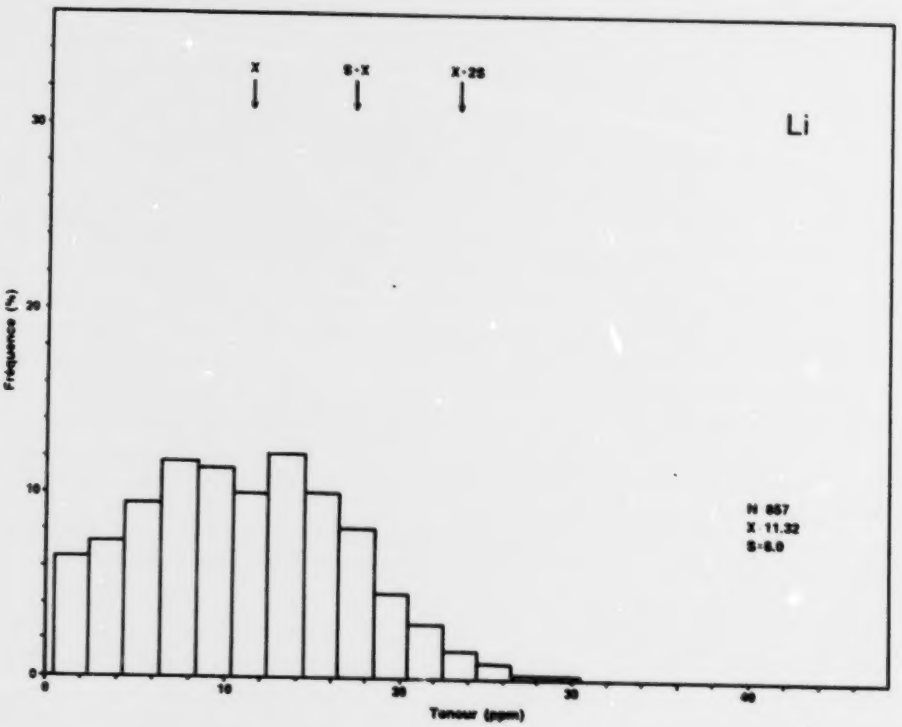


FIGURE 21 – Histogramme de distribution des fréquences pour Li. Tiré de Géomines (1983).

Méthodologie

Nous avons prélevé 73 échantillons pour fins de détermination, par diffraction X, de l'assemblage minéralogique et de l'indice aigu de l'illite. Ces échantillons sont localisés sur la carte géologique.

Les échantillons ont été lavés, séchés soigneusement et broyés de façon à obtenir des fragments d'environ 1,5-2 cm. Ceux-ci ont été désagrégés et la fraction fine résultante a été décarbonatée. Celle-ci a été ensuite séparée par centrifugation pour obtenir une fraction inférieure à 2 microns et une fraction comprise entre 2 et 16 microns.

Les deux fractions ainsi obtenues ont été analysées par diffractomètre Phillips. Les mesures, dont les valeurs sont exprimées en $^\circ 2\theta$, représentent la largeur à la mi-hauteur du pic 001, situé autour de 8,8° 2θ (10 A°), du mica ou de l'illite.

Indice aigu de l'illite et maturation thermique

La majorité des échantillons analysés (Groupe de Matapédia et Groupe de Fortin) contiennent de l'illite et de la chlorite (annexe 1). Les échantillons du Groupe de Fortin contiennent également des interstratifiés de type illite-smectite en quantités variables, généralement assez faibles. Outre ces minéraux, la kaolinite et une amphibole sont associées aux aires d'altération.

Les valeurs des indices d'aigu de l'illite sont généralement inférieures à 0,3° 2θ dans le Groupe de Matapédia (figure 22). Elles varient entre 0,4° 2θ et 0,5° 2θ dans le Groupe de Fortin (figure 22). Nos résultats sont similaires à ceux déjà obtenus par Duba & Williams-Jones (1983a, 1983b).

Les valeurs d'indice aigu de l'illite dans le Groupe de Matapédia (figure 22) sont comprises dans une grande zone de maturité thermique, qui, selon Duba & Williams-Jones (1983a, 1983b), est anormalement élevée (indices faibles d'aigu de l'illite). Duba & Williams-Jones suggèrent un gradient thermique relié à des événements magmatiques durant l'orogenèse acadienne ; vu que les dykes felsiques qui abondent dans la partie centrale du Groupe de Matapédia sont trop petits pour expliquer les aires d'altération hydrothermale, ils font donc appel à des batholites profonds pour expliquer cette maturité thermique anormale.

Le Groupe de Fortin fait partie de la zone, large de 2 à 3 km, où la maturation thermique est plus faible (indices élevés d'aigu de l'illite) que dans le Groupe de Matapédia. Vers le nord, le Groupe de Fortin est aussi et, même, plus évolué thermiquement que le Groupe de Matapédia (Duba & Williams-Jones, 1983a, 1983b).

Minéraux d'argiles dans les aires d'altération

La présence, dans certains échantillons, de minéraux d'argile incompatibles avec le degré de maturation thermique observé dans la plus grande partie de la région ou d'assemblages de minéraux qui montrent des différences qualitatives ou quantitatives avec l'ensemble des échantillons analysés, ont permis de définir des zones d'altération. On ne peut expliquer de telles différences par des phénomènes d'ordre sédimentologique ; on ne peut, non plus, les associer à des processus diagénétiques. Compte tenu de leurs champs de stabilité, la kaolinite et la smectite devraient normalement être absentes. Par ailleurs, l'illite et la chlorite pourraient l'être, mais les échantillons contenant presque exclusivement l'un ou l'autre de ces minéraux sont aussi considérés comme anormaux par rapport à l'ensemble. Selon Chagnon (1984), il est en effet assez difficile d'expliquer qu'à l'intérieur d'unités lithologiques assez homogènes, deux échantillons voisins montrent de telles différences.

Nous avons pu ainsi définir deux importantes zones d'altération dans la région (figure 22) : l'une à 1,6 km à l'est et l'autre à 2,3 km au NNE de Saint-André-de-Restigouche. Le centre de ces zones est plus ferromagnésien (chlorite) alors que les bordures sont plus alumineuses et potassiques (smectite, kaolinite et illite). De toute évidence la Faille de Matapédia a contrôlé la formation de ces zones. Celles-ci sont nettement plus étendues dans le Groupe de Matapédia que dans celui de Fortin. Ce même phénomène a été observé par Lachance (1974) au gîte Mid-Patapédia à l'extrémité sud du canton de Patapédia. On notera qu'il existe deux petites zones d'altération en bordure nord de la faille, un peu à l'est de la région étudiée.

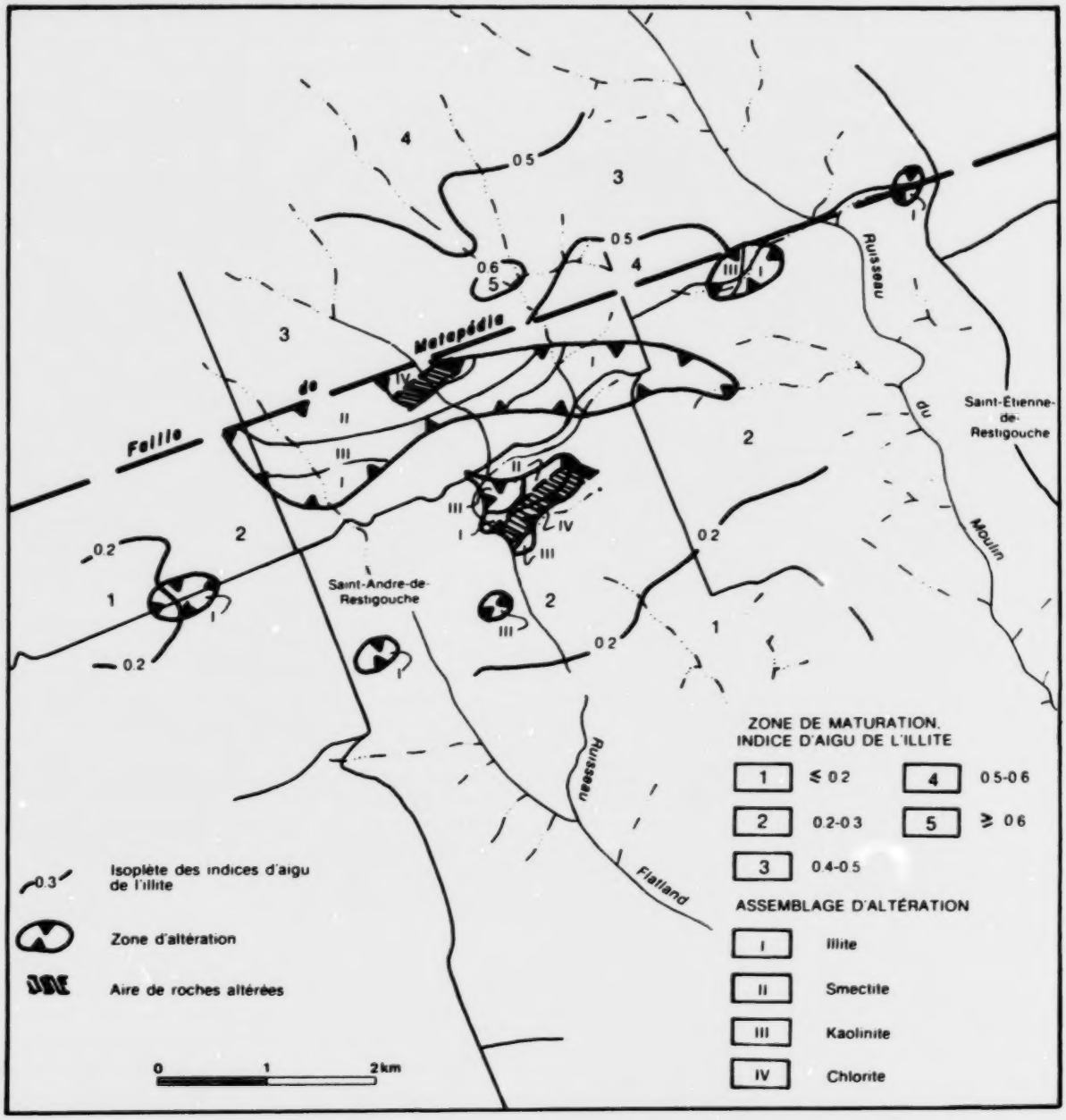


FIGURE 22 – Zonéographie des indices d'aigu de l'illite et localisation des aires d'altération. Tiré de Chagnon (1984).

Conclusion

Les levés géochimiques et géophysiques se sont avérés peu efficaces pour la délimitation des aires d'altération. Les faibles minéralisations et altérations observées pourraient en être la cause. Par contre, la détermination des minéraux d'argile semble la méthode la plus efficace pour détecter des aires d'altération. Il ressort des résultats d'analyses que la chlorite se confine aux aires d'altération reconnues mégascopiquement.

Deux réseaux de cassures vraisemblablement reliées à la Faille de Matapédia semblent contrôler la minéralisation. L'un est orienté NE et l'autre NW. La minéralisation en cuivre est observée principalement dans les zones d'altération associées aux cassures NE. Nous n'avons pas observé de minéralisation associée aux cassures NW. Les levés géochimiques ont néanmoins permis de déceler sur la cible est des aires anomaliques (Cu, Pb, Zn, Ni, Co et Hg) orientées NW. Ces aires pourraient indiquer la présence de fractures de tension reliées à la Faille de Matapédia. Les mêmes relations ont été observées dans la plupart des skarns cuprifères ailleurs dans le Groupe de Matapédia.

Bibliographie

BÉLAND, J., 1958 – Région d'Oak Bay. Ministère des mines, Québec ; RP-375.

BLACKBURN, M., 1974 – Cantons de Mann et Ristigouche, Québec ; rapport d'échantillonnage géochimique et certificats d'analyse. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-31282, 17 pages, 3 cartes.

CHAGNON, A., 1984 – Indice aigu de l'illite et minéralogie des argiles de la région de St-André-de-Restigouche. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec ; GM-40812.

DIONNE, G.-M., 1968 – Cantons de Mann et Ristigouche, Québec ; rapport d'un levé géochimique. SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-22887, 8 pages, 5 cartes.

——— 1969 – Canton de Ristigouche, Québec ; rapport d'un levé géochimique. SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-24462, 3 pages, 6 plans.

——— 1970 – Cantons de Mann et Ristigouche, Québec ; étude géologique et évaluation. SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-26043, 11 journaux de sondages, 80 pages, 12 cartes.

DUBA, D. - WILLIAMS-JONES, A.E., 1983a – Studies of burial metamorphism in the post-taconic stage of the Appalachian orogen, southwestern Gaspé. Journal canadien des sciences de la terre ; volume 20, n°21, pages 1152-1158.

——— 1983b – The application of illite crystallinity, organic matter reflectance and isotopic techniques to mineral exploration : A case study in Southwestern Gaspé, Quebec. Economic Geology ; volume 78, pages 1350-1363.

GÉOMINES, 1983 – Levé magnétique et pédochimique de St-André-de-Restigouche, comté de Bonaventure. Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec ; GM-40813.

KOWACIK, J., 1973 – Canton de Ristigouche, Québec, rapport géologique. SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-33808, 7 journaux de sondages, 63 pages, 9 cartes.

LACHANCE, S., 1974 – Région de L'Ascension-de-Patapédia, comté de Bonaventure. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; DP-273.

——— 1975 – Région de St-François-d'Assise, comté de Bonaventure. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; DP-328.

——— 1977 – Région de St-Alexis-de-Matapédia, comté de Bonaventure. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; DPV-458.

——— 1979 – Région de St-André-de-Restigouche, comté de Bonaventure. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; DPV-667.

——— Rapport en préparation sur les quatre régions susmentionnées.

LEBUIS, J., 1975 – Géologie du Quaternaire, partie occidentale de la Gaspésie. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; DP-327, 32 cartes.

LEBUIS, J. – DAVID, P.P. – The last glacial maximum and deglaciation of the western half of Gaspé Peninsula and adjacent areas, Quebec, Canada. Geological Society of America ; sous presse.

LEVINSON, A.A., 1980 – Introduction to exploration geochemistry. Wilmette, Illinois ; second edition, 924 pages.

SERVICES GÉOTECHNIQUES SHICKSHOCKS, 1969 – Rapport d'un levé géochimique. SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-24357, 41 pages, 1 carte.

SKIDMORE, W.B. – LESPÉRANCE, P.-J., 1981 – The White Head Formation, Percé. Subcommission on Silurian stratigraphy ; Ordovician – Silurian boundary working group ; livret-guide, volume 1, excursion Anticosti – Gaspé, Québec, 1981, pages 31-40.

TAUCHID, M., 1968 – Mann and Ristigouche Townships, Québec ; geochemical report, SOQUEM. Ministère des Richesses naturelles, Québec ; GM-23392, 24 pages, 8 cartes.

Annexe 1

Résultats de l'analyse qualitative de la fraction argileuse*

NOTE : Les minéraux sont donnés par ordre de l'intensité relative de leurs raies de diffraction.

ÉCHANTILLON	GROUPE	MINÉRALOGIE < 2μ	MINÉRALOGIE 2-16μ	INDICE D'AIGU °2θ < 2μNat	INDICE D'AIGU °2θ < 2μGly	INDICE D'AIGU °2θ 2-16μ	n° MER
17106	Matapédia	Ill, Chl	Ill, Chl	0.26	0.26	0.22	83-RM-001
17109	" "	Ill, Chl, (Tr)	Ill, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.19	005
17110	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.22	006
17111	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.31	0.28	0.21	007
17112	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.23	0.19	010
17115	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.26	0.26	0.21	013
17116	" "	Ill, Chl, Sm (Tr), Kao (Tr)	Ill, Chl, Kao (Tr), Qtz, Fπ	0.22	0.19	0.17	014
17120	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.26	0.22	021
17122	" "	Ill, Kao (Tr)	Ill, Kao, Qtz, Fπ	0.28	0.30	0.20	023
17123	" "	Ill, Chl, Sm, Kao	Ill, Kao, Chl, Qtz, Fπ	0.28	0.26	0.23	024
17124	" "	Chl, Sm, Ill	Chl, Ill, Qtz, Fπ	0.22	—	0.26	025
17125	" "	Chl, Ill, Sm (Tr)	Chl, Ill, Fπ, Qtz	0.41	0.30	0.26	028
17126	" "	Chl, Ill, ML	Chl, Ill, Qtz, Fπ	0.49	0.41	0.32	029
17133	Fortin	Chl, Ill, ML	Ill, Chl, Kao ?	0.49	0.43	0.39	040
17136	Matapédia	Ill, Kao, Chl, Sm	Ill, Kao, Chl, Qtz, Fπ	0.2	6 0.26	0.22	043
17137	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.26	0.23	044
17138	" "	Chl, Sm, Ill, Amph, ML	Chl, Ill, Amph, Qtz, Fπ	0.26	0.39	0.35	048
17140	" "	Chl, Ill (Tr)	Chl, Qtz, Fπ	—	—	—	050
17141	" "	Ill, Sm, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.35	0.22	0.26	052
17142	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Kao ?, Qtz, Fπ	0.26	0.23	0.26	053
17143	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.23	054
17145	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.22	0.16	0.18	059
17121	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.23	0.19	022
17130	" "	Ill	Ill, Chl (Tr), Qtz, Fπ	0.23	0.22	0.20	034
17131	" "	Ill	Ill, Chl (Tr), Fπ, Qtz	0.24	0.23	0.19	035
17132	" "	Ill, Kao (Tr)	Ill, Kao, Qtz, Fπ	0.39	0.32	0.32	038
17144	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.25	0.26	0.21	056
17147	" "	Ill, Chl (Tr)	Ill, Kao, Qtz, Fπ	0.31	0.30	0.22	062
17162	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.27	0.23	086
17177	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.26	0.27	0.22	111
17178	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.23	0.26	—	114
17179	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.23	118
17180	" "	Ill	Ill, Fπ, Qtz	0.30	0.23	0.19	119
17181	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.22	120
17182	" "	Chl, Ill, ML	Chl, Ill, Qtz, Fπ	0.32	0.43	0.28	121
17183	" "	Ill, Chl, ML, Sm ?	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.30	0.28	0.23	122

Ill : Illite ; Chl : Chlorite ; ML : Interstratifiés illite/smectite ; Sm : Smectite ; Ka^{O} : Kaolinite ; Fπ : Feldspath ; Amph : Amphibole ; Nat : Naturel ; Gly : Saturé à l'éthylène glycol ; (Tr) : en traces.

* D'après Chagnon (1984), modifié.

ÉCHANTILLON	GROUPE	MINÉRALOGIE		INDICE D'AIGU °2θ			n° MER
		<2μ	2-16μ	<2μNat	<2μGly	2-16μ	
17127	Fortin	Ill, Chl, ML, Qtz, Fπ	Ill, Ch, Qtz, Fπ	0.49	0.48	0.28	83-RM-030
17128	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.54	0.54	0.32	031
17129	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.56	0.45	0.45	032
17134	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.61	0.49	0.32	041
17134	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.48	0.48	0.32	042
17151	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.52	0.43	0.28	070
17152	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.45	0.45	0.31	072
17153	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.48	0.39	0.28	073
17158	" "	Ill	Ill, Kao ?, Qtz, Fπ	0.52	0.52	0.43	082
17160	" "	Ill, Chl, ML, Qtz, Fπ	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.5	6 0.	48 0.	084
17161	" "	Ill, Chl, ML	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.56	0.57	0.31	085
17165	" "	Ill, Chl, ML, Qtz, Fπ	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.5	2 0.	45 0.	089
17170	" "	Ill, Kao, ML	Kao, Ill, Chl, Fπ, Qtz	0.44	0.43	0.43	098
17113	Matapédia	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26 0	.26	0.22	011
17117	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.28	0.23	015
17118	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.22	016
17119	" "	Ill, Kao, Sm	Ill, Kao, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.23	018
17139	" "	Ill, Chl, Kao	Ill, Chl, Kao, Qtz, Fπ	0.30	0.26	0.26	049
17148	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.20	065
17149	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.28	0.19	067
17150	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.20	0.20	0.19	069
17146	" "	Ill	Ill, Qtz, Fπ	0.26	0.23	0.18	061
17154	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.28	0.26	0.19	074
17155	" "	Ill, Kao	Ill, Kao, Qtz, Fπ	0.36	0.35	0.22	075
17156	" "	Ill	Ill, Qtz, Fπ	0.35	0.35	0.31	078
17157	" "	Ill	Ill, Qtz, Fπ	0.39	0.31	0.28	080
17159	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.22	0.22	0.19	083
17163	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.28	0.22	087
17164	" "	Ill, Chl (Tr)	Ill, Qtz, Fπ	0.16	0.22	0.20	088
17166	" "	Ill, Chl, Sm (Tr)	Ill, Chl, Kao, Qtz, Fπ	0.30	0.30	0.22	090
17167	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.22	0.20	093
17168	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.26	0.26	0.19	094
17169	" "	Chl, Ill	Chl, Ill, Qtqz, Fπ (Tr)	0.26	0.28	0.22	096
17171	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.23	0.22	0.21	101
17172	" "	Ill, Chl (Tr)	Ill, Chl (Tr)	0.22 0.	19	0.21	102
17173	" "	Chl, Ill, Sm, Amph (Tr)	Chl, Ill, Amph, Fπ Qtz	0.26	0.21	0.26	105
17174	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.19	0.19	108
17175	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.19	0.18	0.18	109
17176	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.18	0.17	0.17	110
17107	" "	Ill, Sm, Kao, Chl (Tr)	Ill, Kao, Chl (Tr), Qtz, F	π 0.28	0.28	0.22	003
17108	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ (Tr)	0.31	0.23	0.22	004
17114	" "	Ill, Chl	Ill, Chl, Qtz, Fπ	0.23	0.30	0.19	012

Annexe 2

Résultats d'analyses de roches[1]

n° d'analyse	n° sur la carte	Au (ppb)	As (ppm)	Sb (ppm)	Type de roche	Masse (kg)
84-1026	3115-002	2 *	0,5	0,17	CA **	0,2
84-1027	3115-003	31	2,7	0,55	CA	0,3
84-1028	3115-004	16	3,0	0,14	CA	0,6
84-1029	3115-005	15 *	48,1	0,65	CA	0,9
84-1030	3115-006	10 *	2,4	0,17	CA	0,2
84-1031	3115-010	37	0,6	0,03	CA	0,3
84-1032	3115-012	11 *	0,6	0,52	CA	0,3
84-1033	3115-013	22	16,2	0,86	SA	0,3
84-1034	3115-015	13 *	3,3	0,17	CA	0,3
84-1035	3115-020	20	0,6	0,17	CA	0,3
84-1036	3115-021	11 *	0,8	0,07	CA	0,2
84-1037	3115-022	12 *	0,8	0,07	CA	0,3
84-1038	3115-024	19	16,9	3,06	CA	0,3
84-1039	3115-025	20	0,5	0,17	CA	0,3
84-1040	3115-026	12 *	1,6	1,75	CA/1-2 ***	0,3
84-1041	3115-027	15 *	9,1	0,38	GR	0,4
84-1042	3115-030	11 *	9,1	0,83	PY/1-2	0,3
84-1043	3115-034	8 *	2,1	0,17	CA	0,4
84-1044	3115-035	17	0,2	0,07	CA	0,7
84-1045	3115-037	35	9,5	1,03	SA-CA/1	0,5
84-1046	3115-038	12 *	16,2	0,55	CA	0,3
84-1047	3115-041	10 *	9,1	0,65	CA	0,2
84-1048	3115-049	16	7,8	0,10	CA	0,3
84-1049	3115-052	23	1,6	0,34	POR	0,2
84-1050	3115-054	23	2,2	0,07	CA	0,3
84-1051	3115-061	7 *	0,4	0,10	CA/1-2	0,2
84-1052	3115-078	12 *	40,6	1,13	CA/1-2	0,5
84-1053	3115-079	55	3,2	0,21	GR	0,2
84-1054	3115-080	25	5,4	0,93	CA/1	0,3
84-1055	3115-081	12 *	7,5	2,92	PY	0,3
84-1056	3115-089	21	9,5	0,76	MS	0,2
84-1057	3115-090	17	2,2	0,28	CA	0,4
84-1058	3115-091	19	3,0	0,76	CA	0,3
84-1059	3115-093	14 *	0,0	0,14	CA/1-2	0,3
84-1060	3115-094	15	3,1	0,41	CA	0,4
84-1061	3115-096	9 *	12,2	0,24	CA/2-3	0,3
84-1062	3115-098	Échantillon manquant				
84-1063	3115-099	88	7,1	1,41	PY/1	0,2
84-1064	3115-112	13 *	93,0	2,65	CA	0,4

(1) Analyses effectuées par l'Institut de recherche en exploration minérale (sous la direction de Guy Perrault).

* Valeur provisoire.

** Ca : calcaire ; SA : schiste argileux ; GR : granite ; PY : pyroclastite ; POR : porcelanite

*** % pyrite

NOTE : Les roches ont également été analysées pour W. Les teneurs étant trop près du seuil de détection (toutes inférieures à 10 ppm) pour être significatives, les résultats des analyses n'ont pas été inclus dans le tableau.